ISSN 0022-4847

台灣農業研究

第五十六卷　　第二期

研究報告

台灣東部蛇紋岩母質化育土壤地區重金屬特性之初探
劉滄棽、郭鴻裕、朱戩良、連深……65

稉型稻新品種台農75號的育成
賴明信、李長沛、曾清山、顏信沐、卓緯玄、曾東海、陳治官……79

山藥根腐線蟲不同接種方法之評估
倪蕙芳、許淑麗、楊宏仁……99

微衛星DNA分子標誌應用於桃栽培種與雜交後代之遺傳相似性分析
王昭月、宋家瑋、劉明槵、歐錫坤……107

水稻香味及米粒品質突變體之篩選
吳永培、柯佩怡、曾東海、王強生……121

台灣鳳梨農場生產效率之分析
楊世華、潘德芳……134

銀耳多醣應用爲皮膚保養原料之活體外及活體內評估
楊淑惠、楊鎮榮、陳宜嫻……143

中華民國九十六年六月
行政院農業委員會農業試驗所出版
中華民國　台灣　台中縣　霧峰鄉

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 56(2):65~78 (2007)

台灣東部蛇紋岩母質化育土壤地區重金屬特性之初探[1]

劉滄棽[2,3] 郭鴻裕[2] 朱戩良[2] 連深[2]

摘　　要

劉滄棽、郭鴻裕、朱戩良、連深。2007。台灣東部蛇紋岩母質化育土壤地區重金屬特性之初探。台灣農業研究 56:65~78。

本研究初步分析台灣東部蛇紋岩母質化育土壤區之岩體、土壤、溪水及藻類中的重金屬含量特徵，並探討其對農業環境潛在之影響。結果顯示，蛇紋岩化育土壤之重金屬組成特徵沿襲其母質之特性，具有高重金屬含量及低 Ca/Mg 比之特性。由三處受不同風化程度之土壤剖面的 pH 和鎳、鉻及鈷測值顯示，由於不同程度的風化作用，這些土壤的 pH 值分布在 4.5~6.5。風化程度越高之地區顯示有較高之重金屬有效性，且鎳、鈷的有效性高於鉻。由於本研究顯示台灣東部蛇紋岩化育土之 pH 偏酸，且研究區內溪水及溪流中藻類中之鎳亦有高含量現象，因此建議在東部蛇紋岩化育土壤地區之農業應注意是否有重金屬含量過高的疑慮。

關鍵詞：蛇紋石化育土壤、重金屬、台灣東部。

前　　言

花東縱谷位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊交接處，因弧陸碰撞並伴隨之火山活動造成了海岸山脈之台灣蛇綠岩系 (Chen 1990)，此蛇綠岩系主要是一雜亂的泥岩含由橄欖岩、輝長岩及玄武岩所組合之雜岩碎塊地層。根據地質特徵之區分，台灣蛇綠岩系分爲關山火成雜岩和利吉混同層 (Chen 1990)。蛇紋岩即是由超基性岩石，如橄欖岩中的橄欖石或輝石和水作用之後產生蛇紋石類相關礦物，即所謂蛇紋岩化作用 (serpentinization)。蛇紋岩主要礦物組成爲蛇紋石（約佔 82~100%），次爲磁鐵礦（約 1~7%），另含有少量之水鎂石、碳酸鹽、透閃石、綠泥石、滑石、鉻鐵礦、鉻尖晶石及黃鐵礦 (Wildman *et al*. 1968; Tan 1979; Yui 1979; Rabenhorst *et al.* 1982)；部分蛇紋岩含有殘存的原生礦物如橄欖石、輝石、鉻鐵礦及鉻尖晶石。台灣蛇紋石礦物主要產在花東地區之南澳、豐田、萬榮、王武塔、瑞穗、玉里清水溪等地，以及海岸山脈之富里、電光、石頭山等地 (Chen 1998)。

以蛇紋岩爲母質所化育之土壤中，通常有鎳、鉻等重金屬含量過高之現象，此亦爲世界性之問題土壤 (Kruckbery 1951; Soane & Saunder 1959; Anderson *et al*. 1973)。典型之鎳或其他重金屬毒害包括葉片萎黃、妨礙根芽生長、植物變形、葉片有不正常斑點等。鉻之毒害則因鉻 (Cr^{3+}, Cr^{6+}) 被根部吸收後不易移動而留在根部，導致鉻害，其症狀包括生長矮小，根系生長不良，葉片捲曲且失

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2282 號。接受日期：2007 年 3 月 25 日。
2. 行政院農業委員會農業試驗所農業化學組助理研究員、研究員、助理研究員、退休研究員。台灣 台中縣。
3. 通訊作者，電子郵件：tsliu@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23398149。

去顏色等，有些植物則更顯出棕紅色葉片且有小面積壞疽 (Vanselow 1966; Aubert & Pinta 1977; Adriano 1986)。此外，Chiu 等 (1979) 在花蓮地區進行花生微量元素施用試驗亦指出，在強酸性大富和光復土壤栽種之花生葉片，其錳含量可分別達 320 至 1,300 mg/kg，他們認為此黃化原因可能與錳過量有關。由此推測，本省東部部份土壤鎳、鉻、鈷、錳毒害問題存在機率甚大。

本研究目的有二：1. 了解台灣東部蛇紋岩母質化育土壤區之岩體、土壤、溪水及藻類中的重金屬含量特性。2. 探討土壤金屬元素之總含量及有效性，及其對農業環境之潛在影響。

材料與方法

田間採樣

首先利用相關地質圖、土壤圖及調查報告等資料，篩選出含有蛇紋岩之地層、露頭、化育土及另依地形推測可能受蛇紋石影響之沖積土區域，供野外採樣之依據。蛇紋岩岩塊之採樣點計 8 處(圖 1)，包括花蓮地區之鳳林鎮萬里溪橋 (R1)、萬榮鄉長漢山 (R2)、萬榮鄉紅葉村 (R3)、玉里鎮清水溪 (R4)，以及台東地區之池上鄉銅安山 (R5)、關山鎮電光 (R6)、東河鄉利吉村 (R7)、台東市石頭山 (R8)。蛇紋岩母質化育土壤採樣點計 5 處（圖 1），包括花蓮地區之萬榮鄉長漢山 (S1)，以及台東地區之池上鄉振興村 (S4)、池上鄉銅安山 (S5)、關山鎮電光 (S6)、台東市石頭山 (S7)。另為比較不同母質化育土壤，本研究同時採取花蓮玉里鎮長良 (S3)、瑞穗鄉之片岩沖積土 (S2)，以及宜蘭冬山鄉片岩沖積土 (S8)、霧峰砂頁岩沖積土 (S9)、八卦山紅土 (S10)，作為與蛇紋岩母質化育土對照之依據。此外，在台東池上鄉銅安山附近之振興村（圖 1，S4），依土壤外觀形態之差異選擇三處進行剖面採樣。

本研究另對流經蛇紋岩母質化育土壤地帶之支流溪水及溪水中之剛毛藻 (*Cladophora*) 屬藻類進行採樣。溪流採樣計 5 處，包括花蓮地區秀林鄉境內之白鮑溪 (C1)、萬榮鄉境內之紅葉溪 (C2)、卓溪鄉境內之清水溪 (C3)，以及台東地區池上鄉振興村境內之嘉武溪 (C4) 及大水湖野溪 (C5)（圖 1）。選擇剛毛藻屬藻類之原因乃剛毛藻為多年生，又屬於藻類之最大一屬，廣泛分布於水中 (Chiang 1972)，故選擇其為探測溪水鎳濃度受蛇紋岩化育土壤影響之間接指標。

實驗室分析

岩塊與土壤全量分析：(1) 岩塊樣本以鑽石切片機切成薄片取樣，再以行星式球磨機磨細。(2) 土壤樣品攜回實驗室以除濕機 (30～35℃) 風乾，土塊以木槌及圓桿敲碎、磨細，通過 10 mesh (2 mm) 網篩，裝罐待分析。(3) 岩塊與土壤元素全量分析方法（王水微波消化分解）：於 100 mL 鐵氟龍高壓密閉容器中加入 1 g 土壤及 10 mL 王水，以微波消化裝置 (CEMMDS-81D) 600 watts 煮 3 min，480 watts 煮 40 min，待冷卻後加入 5 mL 30%雙氧水，等冒泡停止後以去離子水稀釋至 100 mL，再以 Whatman No.42 濾紙過濾，濾液以原子吸光儀測鎳、鉻、鈷、錳、鈣、鎂之含量。另以 BCR141 及 143 號標準土壤樣品為標準比對。

土壤 0.1 N 鹽酸抽出：為了解重金屬之有效性，於 250 mL 三角瓶中，秤 10 g 之表層土樣，加入 100 mL 0.1 N 鹽酸，以往復式振盪機 140 rpm 搖盪 1 hr 後用 Whatman No.42 濾紙過濾，濾液以感應耦合電漿光譜分析儀 (ICP) 測定鎳、鉻、鈷之含量。

溪水分析：現場溪水以 0.45 μM 濾紙過濾，在實驗室中以 70℃，將水樣濃縮為 1/50，以 ICP 測定鎳含量。

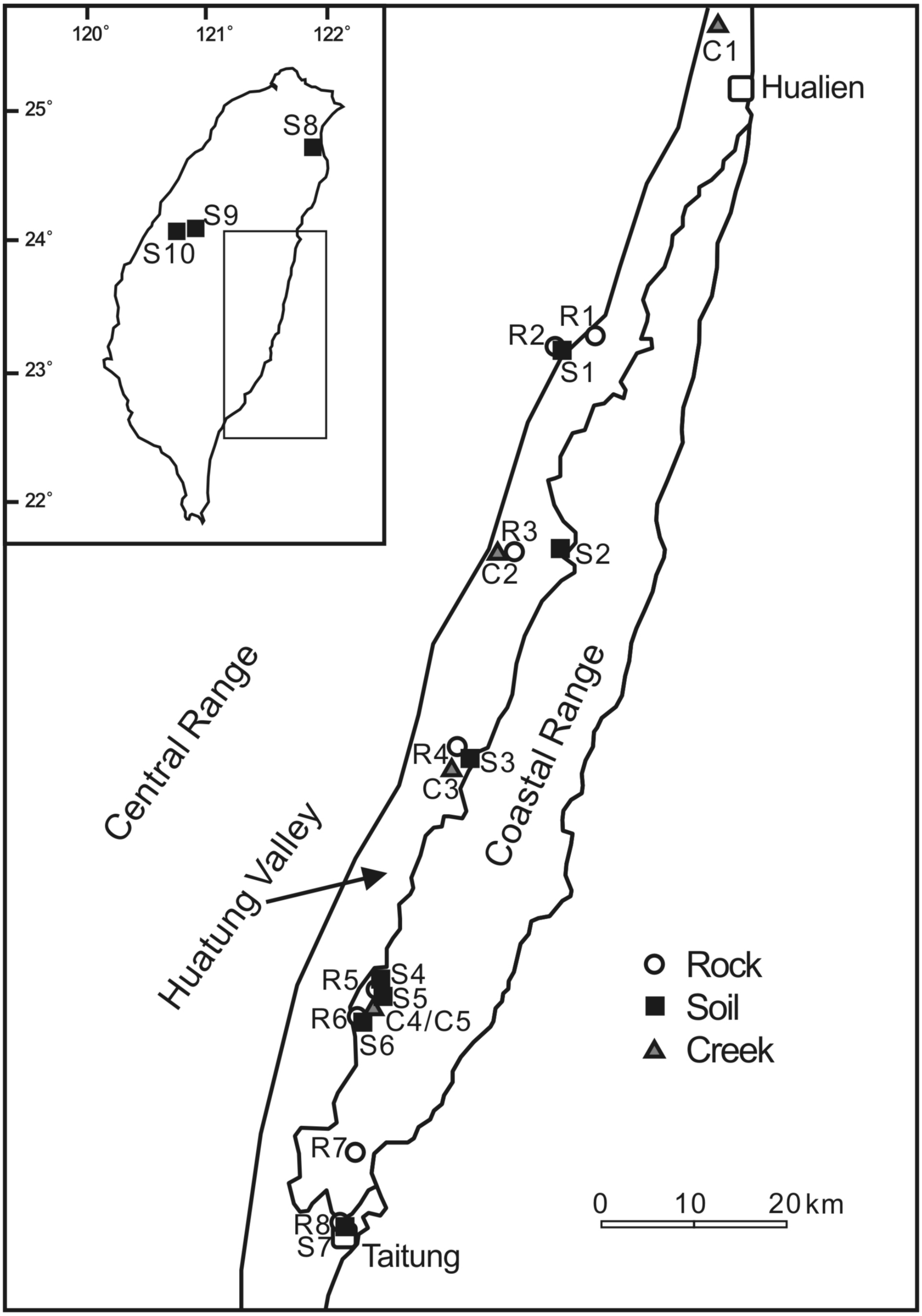

圖 1. 本研究採樣點位置圖。

Fig. 1. Localities of sampling in the study.

藻類分析：(1) 藻類植體樣品攜回實驗室以純水清洗後，置於棕色紙袋中於 60～80℃下烘乾，以粉碎機磨碎，通過 20 mesh 網篩，裝於封口塑膠袋中以待分析。(2) 分解方法：秤取 0.5 g 於 60～80℃下烘乾之植體樣品置入 50 mL 分解管，加入 2.5 mL 的濃硝酸並搖勻，靜置過夜，在鋁塊分解爐上以低溫 (80℃) 加熱 1 hr，取出放冷後加入 2.5 mL 的濃過氯酸，在鋁塊分解爐上以高溫 (180~200℃) 加熱 2~3 hr，至分解液澄清，再以低溫 (100℃) 加熱至過氯酸的白煙消失，放冷後以去離子水稀釋至 50 mL 後，以 ICP 測定鎳之含量。

結　　果

蛇紋岩金屬含量

台灣東部 8 處蛇紋岩之鎳、鉻、鈷、錳、鈣、鎂含量的全量分析結果列於表 1。由表 1 顯示，供試之 8 處岩石測值中除鈷、錳元素含量較文獻 (Faure 1991) 之超基性岩石為低外，其餘金屬元素含量之平均值均與文獻之值相似。以文獻中超基性岩石與砂岩、頁岩比較，超基性岩石之親鐵元素 (siderophile elements) 如鎳、鉻、鈷、錳、鎂等元素含量顯著較高，但鈣含量則有相對較低的特性。台灣東部蛇紋岩如同超基性岩石般，亦顯示其鎳、鉻、鈷、鎂元素含量較沉積岩（砂岩、頁岩）顯著為高的現象（表 1），但其錳含量並沒有如超基性岩石般顯示較高的含量；同時，東部蛇紋岩之鈣含量差異頗大，但以全量之 Ca/Mg 而言，基性岩或本研究之蛇紋岩之 Ca/Mg 值大都比砂、頁岩為低。

蛇紋岩化育土壤金屬含量

供試 5 處蛇紋岩化育土壤及 2 處片岩沖積土、宜蘭冬山片岩沖積土、台中霧峰砂頁岩沖積土及彰化芬園八卦山紅壤之鎳、鉻、鈷、錳、鈣、鎂全量分析結果列於表 2。整體而言，此 6 處蛇紋

表 1. 台灣東部蛇紋岩塊之金屬元素含量

Table 1. Metal element contents in serpentinite of eastern Taiwan

Sampling locality [z]	Concentration (mg/kg)				Concentration (%)		Ca/Mg
	Ni	Cr	Co	Mn	Ca	Mg	
R1	1587	1857	86	739	0.22	16.18	0.013
R2	2565	3238	126	773	0.14	20.00	0.007
R3	1662	727	111	658	0.93	19.28	0.048
R4	1989	2292	110	761	1.04	21.11	0.049
R5	3088	1713	137	523	0.07	21.43	0.003
R6	3397	2565	143	766	0.04	21.31	0.002
R7	2328	373	110	727	11.50	17.05	0.674
R8	1369	718	83	1068	24.22	16.28	1.487
Average	2248	1685	113	752	4.77	19.08	0.285
SD	732	1011	22	152	8.77	2.26	0.537
Ultramafic rocks [y]	2000	1800	175	1560	1.6	23.2	0.069
Sandstone [y]	2	35	0.3	10	3.91	0.70	5.586
Shale [y]	68	90	19	850	2.21	1.50	1.473

[z] See Fig. 1 and text.

[y] Data were from Faure (1991).

表 2. 蛇紋岩化育土壤與台灣其他土類之金屬元素含量
Table 2. Metal contents in serpentinite-developed soils as well as other soil types in Taiwan

Sampling locality [z]	Concentration (mg/kg)				Concentration (%)		Ca/Mg
	Ni	Cr	Co	Mn	Ca	Mg	
Serpentinite-developed soils							
S1 (n=1)	1504	1908	169	1579	0.10	3.60	0.027
S4 (n=1)	869	711	119	1417	0.18	0.86	0.209
S5 (n=3)	2404±271	1376±31	287±31	2860±335	0.37±0.13	1.77±0.75	0.209
S6 (n=1)	1891	955	109	1270	0.19	10.71	0.017
S7 (n=1)	2067	1018	134	1543	0.37	7.49	0.049
Schist alluvial soils							
S2 (n=6)	92±8	99±9	23±4	421±37	0.32±0.17	0.60±0.66	0.200
S3 (n=12)	303±51	172±37	28±9	702±63	2.23±1.23	2.43±0.85	0.917
S8 (n=7)	57±7	43±4	33±5	934±561	0.18±0.04	0.03±0.11	0.174
Sandstone-shale alluvial soils							
S9 (n=2)	31±5	26±1	11±2	295±30	0.13±0.04	0.61±0.08	0.213
Red soil							
S10 (n=2)	39±3	38±2	16±3	528±21	0.03±0.01	0.16±0.04	0.187

[z] See Fig. 1 and text.

岩化育土壤之重金屬組成特性與蛇紋岩之特性相同；即相對於其它片岩沖積土、砂頁岩沖積土及紅壤而言，蛇紋岩化育土壤有明顯較高之鎳、鉻、鈷、錳等重金屬含量。蛇紋岩化育土全量之 Ca/Mg 值分布範圍爲 0.017~0.209，明顯比片岩沖積土之比值 (0.174~0.917) 爲低；而砂頁岩沖積土之比值 (0.213) 及八卦山紅壤之比值 (0.187) 則在供試之蛇紋岩化育土壤的範圍內。

土壤剖面之 pH 及金屬元素分布

台東池上鄉三個供試蛇紋岩化育土壤之土壤剖面 pH 及鎳、鉻、鈷重金屬全量分析結果分別如圖 2 及圖 3 所示。此三個土壤剖面以其地區名及表面特徵區分，暫以銅安山黑土、銅安山紅土及振興風化土分別稱之。振興風化土之 pH 約分布在 4.5~5.0，土壤剖面 pH 值有隨深度而增加的趨勢（圖 2）；銅安山黑土之 pH，若不計 40 cm 處之低 pH（約 4.5），約分布在 5.5~5.9，且表層較底層稍高；而銅安山紅土 pH 分布在 6.0~6.5，且表層之 pH 略低。

圖 3 顯示，在土壤剖面之鎳、鉻、鈷重金屬元素全量，以振興風化土而言，此三金屬之剖面分布均呈表土含量較低，而隨著剖面深度增高的現象。在銅安山黑土方面，此三金屬元素全量濃度之剖面分布也有相同之變化型態。在深度 80 cm 以上之土壤，此三金屬元素全量濃度之剖面變異不大；而在深度 100 cm 處有高含量值出現。在銅安山紅土方面，此三金屬全量之剖面變化較爲複雜，主要之特徵是在深度 60 cm 處出現低含量值。綜合上述，三種土壤剖面在深度 80 cm 以內，此三金屬全量含量係隨深度增加而降低；而在超過 80 cm 深度則反之。

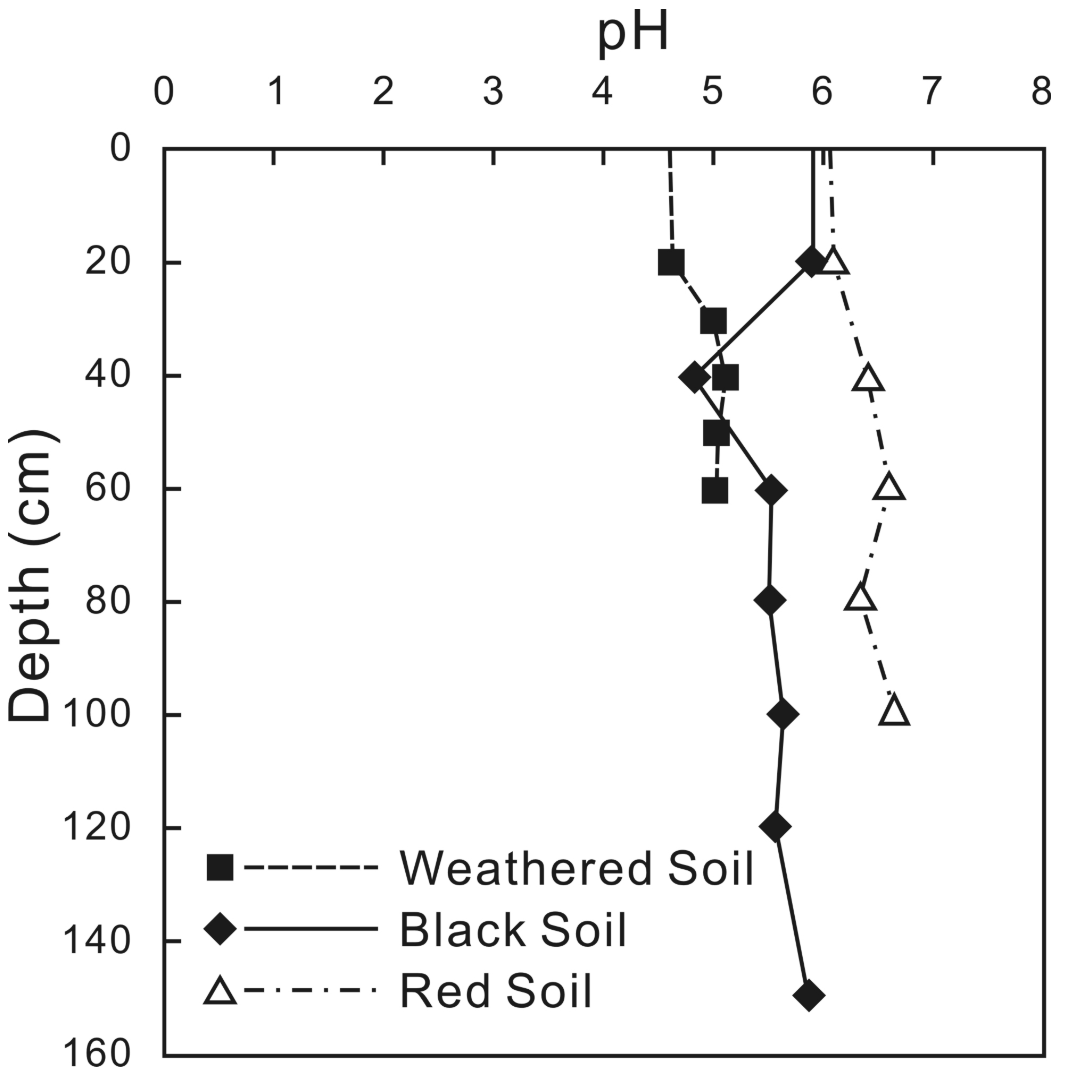

圖 2. 台東池上地區三種不同土壤之酸鹼值 (pH) 剖面分布。

Fig. 2. The pH profiles of three different soils at Chishang area,Taitung.

溪水及藻類鎳金屬含量

研究區內包括台東池上鄉振興村境內之嘉武溪及大水湖野溪，花蓮卓溪鄉境內之清水溪，花蓮萬榮鄉境內之紅葉溪，以及花蓮秀林鄉境內之白鮑溪等溪水及溪流中剛毛藻屬 (*Cladophora*) 藻類中之鎳含量分析結果如表 4 所示。基本上，研究區內之溪水鎳濃度雖然很低 (ND~0.003 mg/kg)，但其高值仍顯著高於一般溪水 (0.0003 mg/kg)。各溪流剛毛藻屬藻類（乾物重）之鎳濃度分布範圍爲 29~105 mg/kg，如以 37 種海草之鎳含量平均值 2.8 mg/kg (Mishra & Kar 1974) 作爲背景值以供對照比較，顯然調查區內之藻類體內鎳含量高出背景值達 10~40 倍之多。

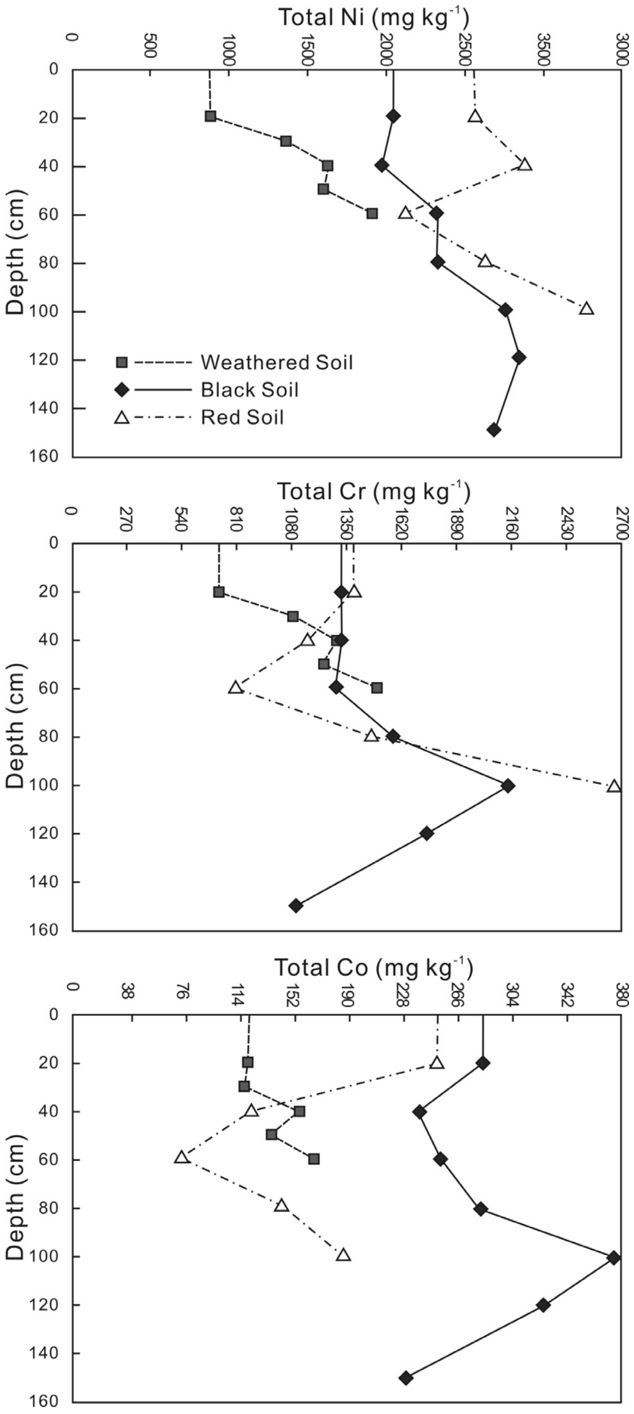

圖 3. 台東池上地區三種不同土壤之全量鎳、鉻和鈷的剖面分布。

Fig. 3. The distribution of total nickel, chromium and cobalt along the profiles in three different soils at Chishang area, Taitung.

討　論

由於缺乏完整台灣蛇紋岩相關金屬含量之數據 (Chen 1998)，且蛇紋岩主要為超基性岩石經蛇紋岩化作用產生，因此，本研究之蛇紋岩分析結果暫先與世界其他地區超基性岩石之值比較 (Faure 1991)。基本上，台灣東部蛇紋岩除錳、鈷元素含量較低外，其餘金屬元素含量之平均值與超基性岩石相近（表 1）。如與文獻之沉積岩（砂岩、頁岩）組成比較，台灣東部蛇紋岩亦顯示鎳、鉻、鈷、鎂元素含量較高的現象（表 1）。供試之東部蛇紋岩鈣含量有高有低，因此，本研究東部蛇紋岩之金屬組成可能有地域性之差異。

以採樣地所屬地區之鎳濃度而言，銅安山、電光、長漢山等地之樣品鎳含量最高，均在 2,500 mg/kg 以上；次為石頭山、利吉村、清水溪、紅葉村及萬里橋溪等地之岩體，鎳含量在 1,300～2,000 mg/kg 間。整體而言，8 處供試之蛇紋岩之 Ca/Mg 值（全量比）分布在 0.002~1.487 間（表 1），均明顯較文獻中砂岩之 5.586 及頁岩之 1.473 為低 (Faure 1991)。

蛇紋岩是由超基性或橄欖岩中的橄欖石與輝石和水作用之後產生蛇紋石類相關礦物，即所謂蛇紋岩化作用，以下式作為代表說明 (Coleman 1977)：

$$2Mg_2SiO_4\text{（橄欖石）} + 2H_2O = Mg_2Si_2O_5(OH)_4\text{（蛇紋石）} + MgO$$

因此蛇紋岩通常具高鎂含量。一般而言，若蛇紋岩化作用之原岩為橄欖石，其產生之蛇紋石通常較原岩為輝石之蛇紋石具較低鉻、鈣、鐵及較高鎂含量之特性 (Chen 1998)。

事實上，橄欖石與輝石中都含有鐵、鎳、鉻、鈷等金屬元素，在蛇紋岩化過程中，這些金屬部分會進入蛇紋石結晶格內。同時，因鈷和鎳之二價離子半徑分別為 0.072 及 0.069 nm，與二價鎂離子半徑 (0.072 nm) 近似而發生替代作用，導致蛇紋岩具有高濃度之鈷、鎳元素。同理，蛇紋岩具高濃度之鉻，亦可能因鉻之三價離子半徑 (0.064 nm) 與三價鐵離子半徑 (0.067 nm) 近似而發生替代作用所致 (Brooks 1987)。

蛇紋岩具較低 Ca/Mg 比值之原因乃其主要為鐵鎂礦物所組成，而有別於以長英質礦物為主的砂、頁岩。在超基性或橄欖岩中的橄欖石與輝石，其中的鈣含量原本就相對較少，因此造成蛇紋岩具低 Ca/Mg 比值的特徵。因此，蛇紋岩之重金屬組成特徵在鎳、鉻、鈷等金屬含量及 Ca/Mg 比值與沉積岩類有明顯差異。

一般而言，超基性岩石之 Ca/Mg 值（全量比）約為 0.069 (Faure 1991)，本供試之蛇紋岩，依此 Ca/Mg 值之差異可分為三類：(1) 石頭山岩體屬高 Ca/Mg 值 (1.487)；(2) 利吉村岩體屬中 Ca/Mg 值 (0.674)；(3) 其餘銅安山、電光、長漢山、清水溪、紅葉村、萬里橋溪等地之岩體如同文獻之超基性岩石所示，屬低 Ca/Mg 值區 (0.002~0.049) （表 1）。造成本研究東部蛇紋岩有不同 Ca/Mg 比值差異的原因，可能是前述蛇紋岩化作用前原礦物之差異所致 (Chen 1998)；如果蛇紋岩是由輝石類礦物經蛇紋岩化作用後產生，則鎂含量會有較低、而鈣含量較高之現象。再者，蛇紋岩的鈣離子屬流動性較大者，如果受水–岩作用則鈣離子易被帶離造成蛇紋岩中鈣含量降低。此外，蛇紋岩化作用之溫度、蛇紋岩中蛇紋石種類的不同、以及之後環境之化學條件的改變亦會造成蛇紋岩中 Ca/Mg 比值之差異 (Chen 1998)。

表 2 顯示，供試之 5 處蛇紋岩化育土壤之重金屬組成特性與上述蛇紋岩之特性相同；即相對於其它片岩沖積土、砂頁岩沖積土及紅壤，蛇紋岩化育土壤有顯著較高之鎳、鉻、鈷、錳等金屬含量，且具較低之 Ca/Mg 值（全量比）。

與其他母岩所化育土壤之化學成分相較，一般蛇紋岩化育土壤的親鐵元素濃度較高，且 Ca/Mg 比值較低 (Brooks 1987)，而本研究 5 處東部蛇紋岩化育土壤之重金屬組成特性亦有相似的現象，但其 Ca/Mg 比，以區域性而言，並無明顯之區隔。若以地域性露頭產狀區別，台東地區之石頭山、電光，以及花蓮地區之長漢山等地之土壤就顯現此高親鐵元素濃度及低 Ca/Mg 比之蛇紋岩化育土壤的化學組成特性。台東地區之振興、銅安山等，雖具高親鐵元素濃度，但其 Ca/Mg 比值 (0.209) 並未如前述地區之蛇紋岩化育土壤低。此原因可能是上述所言，如果蛇紋岩主要是由輝石類礦物經蛇紋岩化作用後產生，則呈現鎂含量較低，而鈣含量較高之現象；或其母質爲蛇紋岩但夾雜其他岩塊所致。

因不同地區土壤化學特性可能因蛇紋岩母質組成不同而有差異，由上述蛇紋岩及蛇紋岩化育土壤之重金屬組成特性可知，蛇紋岩母質之差異主要顯示在 Ca/Mg 比值，整體而言，高濃度之鎳、鉻、鈷金屬確是明顯之特徵。本研究接續以台東池上地區之三個採樣點土壤剖面之鎳、鉻、鈷金屬及 pH 測值，探討此等金屬之剖面變化及其意義。

振興風化土之 pH 約爲 4.5~5.0，且 pH 值有隨剖面深度而增加的趨勢；銅安山黑土之 pH，若不計 40 cm 處之低 pH（約 4.5），約分布在 5.5~5.9，且表層 pH 較底層者稍高；銅安山紅土 pH 分布在 6.0~6.5，表層者略低（圖 2）。一般認爲蛇紋石土壤之 pH 值約爲中性 (Brooks 1987)，但甚少低於 5 或 5.5 (Legros 1992)，因此，以此台東池上地區三個採樣點之土壤 pH 而言，振興風化土之 pH 較低，銅安山黑土及紅土尚在文獻之範圍內，但銅安山黑土有偏低的現象。因這三個土壤剖面採樣點均在池上鄉境內之海岸山脈山坡，且位置相近（圖 1 中之 S4、S5)，因此假設此三個採樣點具相同之母質。如果此三個採樣點土壤源自相同之母質，則造成土壤 pH 差異之原因可能與風化程度有關；即風化程度越高，其土壤鹽基飽和度越低，因此 pH 值越低 (Chen 2005)。據此，振興風化土受風化之程度大於銅安山黑土及紅土。以 pH 剖面變化而言，振興風化土與銅安山紅土 pH 值略有隨深度而增加的趨勢，可能是表層土壤較深層土壤受風化程度較高，造成鹽基物質在淋洗過程中被移至較下層土壤所致。然而，銅安山黑土 pH 剖面變化則呈相反之趨勢，或許深度 40 cm 以上之土壤受農民施肥之影響，導致 pH 增高。但土層中所累積之殘株落葉的種類及數量，亦會影響著土壤 pH 剖面的變化。

此三個土壤剖面之鎳、鉻和鈷金屬全量在土壤剖面之分布如圖 3 所示。以振興風化土而言，鎳、鉻和鈷三金屬之剖面分布均呈表土含量較低，而隨著剖面深度增高的現象。由上述土壤 pH 值分析指示，振興風化土爲受較高風化程度之土壤，且表層較底層有較高之風化程度，表土礦物因受風化、淋洗下移而造成此三金屬之全量隨剖面深度增加而增高的現象。銅安山黑土亦有相同之變化趨勢，在深度 80 cm 以內之土壤，此三金屬含量在剖面之變異不大；在深度 100 cm 處有高含量出現，此高值亦可能是由淋洗下移所造成。此三金屬含量在銅安山紅土剖面變化較爲複雜，而在深度 80 cm 處出現低含量。在深度 80 cm 以內，此三金屬含量隨深度增加而降低；而在超過深度 80 cm 則反之，此現象或許與土層中礦物組成的變異性有關。

基本上，鎳、鉻和鈷三金屬含量之剖面分布受地域性之影響，即不同地區之土壤剖面有不同的金屬含量分布型態。雖本研究同一採樣點之鎳、鉻和鈷三金屬含量之剖面分布類似，但其他重金屬含量在同一採樣點之剖面分布是否會一致，仍難定論。

表 3. 台東池上地區三種不同土壤表層 (0-20 cm) 鎳、鉻、鈷之可溶性量對全量的比值

Table 3. The ratios of soluble to total contents of nickel, chromium, and cobalt in surface layer (0-20 cm) of three different soils in Chishang area

Soil type	Soluble content/ Total content (%)		
	Ni	Cr	Co
Black soil	3.5	~0.1	2.1
Red soil	2.4	0.2	2.4
Weathered soil	12.0	~0.1	5.0

表 4. 蛇紋岩化育土壤區內溪水及藻類之鎳含量

Table 4. The nickel contents of creek water and algae in serpentinite-developed soil regions

Sample [z]	Concentration (mg/L)					
	Reference	C1	C2	C3	C4	C5
Creek water	0.0003 [y]	-	ND	0.001	0.003	-
Algae	2.8 [x]	105	29	82	57	55

[z] C1~C5 are the creeks tested in this study. See Fig. 1 and text for the detailed localities and descriptions.

[y] Faure (1991).

[x] Mishra & Kar (1974).

本研究續以 0.1 N 鹽酸抽出法分析表層土壤 (0~20 cm) 鎳、鉻和鈷之含量，並與該三金屬在表層土壤的全量對照，以了解鎳、鉻和鈷三金屬之有效性。表 3 顯示，銅安山黑土之 0.1 N 鹽酸抽出之鎳含量與全量之比值為 3.5%，銅安山紅土為 2.4%，而振興風化土為 12%。以鈷而言，銅安山黑土、銅安山紅土、振興風化土之比值分別為 2.1%、2.4%、5.0%。在鉻方面，可溶性和全量間之比值較低，銅安山黑土及振興風化土之比值小於 0.1%，而銅安山紅土約為 0.1%，故以此三種金屬而言，鎳、鈷之有效性大於鉻；以採樣點而言，振興風化土似有較高之金屬有效性。

本研究鎳、鈷之有效性大於鉻與國內外文獻所述結果相同 (Kabata-Pendias & Pendias 1992; Fernandez *et al*. 1999; Hseu 2006)，此現象可能與相關礦物之鍵結強度有關。因鈷、鎳為具二價之離子，而鉻常為三價離子，以鍵結強度而言，與三價鉻離子有關之礦物，其抵抗風化作用的能力會大於與二價鎳、鈷有關之礦物。振興風化土似有較高之金屬元效性，應與前述其受風化之程度大於銅安山黑土及銅安山紅土有關；因岩體受風化程度越高，其礦物結構越易分解。

由上可知，鎳和鈷為二價之離子，在土壤風化程度高之地區具較大之移動性，而花東縱谷地區之灌溉水源主要來自河水，為瞭解河水受蛇紋岩化育土壤影響之情況，本研究續比較台東池上鄉振興村境內之嘉武溪及大水湖野溪，花蓮卓溪鄉境內之清水溪，花蓮萬榮鄉境內之紅葉溪，以及花蓮秀林鄉境內之白鮑溪等溪水及溪流中剛毛藻屬 (*Cladophora*) 藻類中之鎳含量。表 4 顯示，供試之溪水的鎳含量雖然很低，但其值仍顯著高於一般溪水（表 4）。各溪流剛毛藻屬藻類（乾重）之鎳含量分布範圍為 29~105 mg/kg，如以海草之鎳含量平均值 (2.8 mg/kg, Mishra & Kar 1974) 做對照，顯然供試溪水之藻類體內鎳含量比對照高達 10~40 倍之多。

雖然 Chen (2005) 在台東池上鄉振興村之銅安山的研究指出蛇紋岩土壤中鎳、鉻之結合型態皆是以殘餘態爲主，縱使蛇紋岩土壤特性含有極高的重金屬全量，但絕大部分的重金屬皆是被土壤晶格所固定，且在酸可交換態與可還原態的含量偏低，所以蛇紋岩土壤中鎳、鉻的生物有效性與移動性低。但細究其分析數據顯示，植體鎳之平均含量爲 16.7 mg/kg，鉻爲 19.6 mg/kg (Chen 2005)，顯較一般植體之鎳、鉻平均含量 (2.7 與 1.0 mg/kg) 分別大了約 5 與 20 倍。顯然高含量土壤重金屬之背景，仍可能造成植作出現較高之重金屬含量現象。

以各溪而言，紅葉溪支流溪水及藻類中之鎳含量較其他溪爲低，與一般溪流之値相似，可能其溪水集流之時間較短，因此受蛇紋岩化育土壤之影響較小所致。白鮑溪及清水溪水中藻類之鎳含量明顯較高，可能是此二集水區之土壤爲風化程度較高之蛇紋岩化育土壤，且白鮑溪上游存有廢棄之石棉、玉礦場的礦渣所致。因此，由上述溪水及藻類中鎳含量之資料顯示，東部蛇紋岩區岩石及土壤之重金屬組成特性會影響該區之水質及溪流藻類，至於是否會進一步影響灌溉區或沖積地農田作物之生長，則需進一步之追蹤調查。由於花東縱谷區內之主要河流之水源大都源自西側之中央山脈，而蛇紋岩及蛇紋岩化育土壤主要分布在東側之海岸山脈。相較而言，海岸山脈所能提供的水量較少，因此，源自海岸山脈溪水中高金屬含量的現象可能會被中央山脈的水源所稀釋。

另外，在關山、池上東岸山區之蛇紋岩化育土壤其構造良好，屬中強度之團粒狀構造，其土壤剖面亦可見破碎、半風化之蛇紋石，且構造良好；一般而言，蛇紋岩化育土壤土壤孔隙大，排水性佳，故易造成淺土或表土容易缺水 (Burt *et al.* 2001)。但在發育深厚之土層內部，質地則爲粘土至粘質壤土，容易結成不透水之構造，導致水分積聚、排水不良的現象 (Chen 2005; Hseu 2006)，故農作之耕犁方式及水分管理需特別注意。因爲蛇紋岩所化育的土壤中，常由於含有過多的重金屬而對植物有害，假如其 pH 小於 8，則重金屬的毒害將較嚴重 (Wang 2000)。由振興風化土、銅安山黑土及銅安山紅土三處土壤之 pH 測定偏酸的現象，顯示在台灣東部蛇紋岩化育土壤地區之植作，應注意是否有重金屬含量過高的疑慮。

綜合上述討論可知，台灣東部蛇紋岩化育土壤之重金屬組成特性沿襲其母質之特性，具有高濃度之重金屬含量及低 Ca/Mg 值之特徵。鎳、鉻和鈷之有效性與區域性土壤所受風化作用強弱有關；風化程度越高之地區，因礦物結構越易分解，致其鎳、鉻和鈷之有效性也越大。同一地區而言，鎳和鈷之有效性大於鉻，此與相關礦物之鍵結強度有關。由本研究東部蛇紋岩化育土壤區內溪水及溪流中藻類中之鎳含量結果顯示，研究區內溪水及藻類之鎳濃度明顯較背景值高；同時，研究區內蛇紋岩化育土之 pH 偏酸。因此，在東部蛇紋岩化育土壤地區之植作應注意是否有重金屬有效性過高的疑慮；同時，對於東部蛇紋岩化育土壤地區重金屬特性應有更進一步做全面性且深入的探討。

誌　　謝

作者感謝二位未具名之審稿者提供諸多建設性之修正意見；同時感謝國立中興大學土壤環境科學系彭宗仁助理教授提供地質方面之資料及建議，范家華小姐協助繪製圖表。

引用文獻 (Literature cited)

Adriano, D. C. 1986. Trace Elements in the Terrestrial Environment. Springer-Verlag, New York. 533 pp.

Anderson, A. J., D. R. Meyer, and K. M. Mager. 1973. Heavy metal toxicities: Level of nickel, cobalt and chromium in the soil and plants associated with visual symptoms and variation in growth of an oat crop. Aust. J. Agric. Res. 24:557-571.

Aubert, H., and M. Pinta. 1977. Trace Elements in Soils. Elsevier, Amsterdam, Netherland. 395 pp.

Brooks, R. R. 1987. Serpentine and its Vegetation: A Multidisciplinary Approach. Dioscorides Press, Portland. 454 pp.

Burt, R., M. Fillmore, M. A. Wilson, E. R. Gross, R. W. Langridge, and D. A. Lammers. 2001. Soil properties of selected pedons on ultramafic rocks in Klamath Mountains, Oregon. Commun. Soil Sci. & Plant Anal. 32:2145-2175.

Chen, C. H. 1990. Igneous Rocks of Taiwan. Central Geology Survey, Ministry of Economic Affairs, Taipei. 137 pp. (in Chinese).

Chen, C. H. 1998. Metamorphic Rocks of Taiwan. Central Geology Survey, Ministry of Economic Affairs, Taipei. 356 pp. (in Chinese).

Chen, Y. C. 2005. Biogeochemical Characteristics of Chromium and Nickel in the Serpentinitic Soils at Chih-Sang area in Taitung. M. S. thesis, Natl. Pingtung Univ. Sci. & Tech. 163pp. (in Chinese with English abstract).

Chiang, Y. M. 1972. Taxonomy of chlorophyta division. p.394-403. *in*: The Sun Yat-Sen Glossary of Natural Sciences, Vol. 8. (Wang *et al*. eds.) The Commercial Press Ltd., Taipei. (in Chinese).

Chiu, T. F., S. S. Chang, and C. S. Lin. 1979. Observation experiments of trace element on peanut. p.79. *in*: Annual Report of Soil and Fertilizer Experiment in 1979. Department of Agriculture and Forestry, Taiwan Provincial Government. Chung Hsing New Village, Taiwan. (in Chinese).

Coleman, R. G. 1977. Ophiolites: Ancient Oceanic Lithosphere. Springer-Verlag, New York. 229 pp.

Faure, G. 1991. Inorganic geochemistry. Macmillan Publishing Company, New York. 626 pp.

Fernandez, S., S. Seoane, and A. Merino. 1999. Plant heavy metal concentrations and soil biological properties in agricultural serpentine soils. Commun. Soil Sci. & Plant Anal. 30:1867-1884.

Hseu, Z. Y. 2006. Concentration and distribution of chromium and nickel fractions along a serpentinitic toposequence. Soil Sci. 171(4):341-353.

Kabata-Pendias, A. , and H. Pendias. 1992. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, FL. 365pp.

Kruckbery. A. R. 1951. Intraspecific variability in the response of certain native plant species to serpentine soil. Am. J. Bot. 38:409-419.

Legros, J. P. 1992. Soils of Alpine mountain. p.155-176. *in*: Weathering, Soils & Paleosols. (Martini, I. P. and W. Chesworth, eds.) Elsevier, Amsterdam, Netherland.

Mishra, D., and M. Kar. 1974. Nickel in plant growth and metabolism. Bot. Rev. 40(4):395-452.

Rabenhorst, M. C., J. E. Foss, and D. S. Fanning. 1982. Genesis of Maryland soils formed from serpentinite. Soil Sci. Soc. Am. J. 46:607-615.

Soane, B. D., and D. H. Saunder. 1959. Nickel and chromium toxicity of serpentine soils in Southern Rhodesia. Soil Sci. 88:322-330.

Tan, L. P. 1979. Lateral Variation of the Ultramafic Rocks Associated with Nephrite Deposits in the Fengtien-Wanyung Area, Taiwan. National Science Council, Taipei. 87pp.

Vanselow, A. P. 1966. Nickel. p.302-309. *in*: Diagnostic Criteria for Plants and Soils. (Chapman, H. D., ed.) University of California, CA.

Wang, M. K. 2000. Minerology in Soil Environments. Yi Hsien Publishing Company, Taipei. 818pp. (in Chinese).

Wildman, W. E., M. L. Jackson, and L. D. Whitting. 1968. Iron-rich montmorillonite formation in soils developed from serpentinite. Soil Sci. Am. Proc. 32:787-794.

Yui, T. F. 1979. Mineralogical and Chemical Study of Ultramafic rocks and Associated Metasomatic Zones in Laonaoshan Area, Fengtien, Hualien. M.S. thesis, Natl. Taiwan Univ. 104 pp.

Preliminary Study on Heavy Metal Characteristics in Serpentinite-developed Soil Regions in Eastern Taiwan[1]

Tsang-Sen Liu[2,3], Horng-Yuh Guo[2], Jiang-Liung Chu[2] and Shen Lian[2]

Abstract

Liu, T. S., H. Y. Guo, J. L. Chu, and S. Lian. 2007. Preliminary study on heavy metal characteristics in serpentinite-developed soil regions in Eastern Taiwan. J. Taiwan Agric. Res. 56:65-78.

Characteristics of heavy metal contents in rocks, soils, creeks, and algae have been preliminarily analyzed in serpentinite-developed soil regions in eastern Taiwan for understanding the potential effect of heavy metals on agriculture environments in this area. The results showed that the serpentinite-developed soils with high content of heavy metals and low Ca/Mg ratios are similar to their parent rocks. Soil profile analyses of pH and contents of nickel, chromium, and cobalt at three sampling sites indicated that the pH of these serpentinite-developed soils was affected by degree of weathering. These soils exhibited acid feature with the pH ranging from 4.5~6.5 depending on the extent of weathering. High-weathered regions with lower pH value had the greater availability of heavy metals than that in low-weathered regions with higher pH value. The availability of nickel and cobalt in each sampling site was greater than that of chromium. Our results suggested that the agriculture in serpentinite-developed soil regions in eastern Taiwan should pay more attention to the potential hazard of heavy metals because the soil pH values were low and the nickel contents were high in creek waters and algae in this area.

Key words: Serpentinite-developed soil, Heavy metal, Eastern Taiwan.

---

1. Contribution No.2282 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: March 25, 2007.
2. Respectively, Assistant Researcher, Researcher, Assistant Researcher and Retired Researcher, Department of Agricultural Chemistry, TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, e-mail: tsliu@wufeng.tari.gov.tw; Fax: (04)23398149.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 56(2):79~98 (2007)

稉型稻新品種台農75號的育成[1]

賴明信[2] 李長沛[2] 曾清山[3] 顏信沐[2] 卓緯玄[2] 曾東海[3] 陳治官[2,4]

摘　　要

賴明信、李長沛、曾清山、顏信沐、卓緯玄、曾東海、陳治官。2007。稉型稻新品種台農 75 號的育成。台灣農業研究 56:79~98。

稉稻台農 75 號於 2006 年第二期作完成命名登記，為國內第一個利用化學誘變劑疊氮化鈉誘變台農 67 號之後代。該品種具有父母本雙重優點，米質優良且對稻熱病、褐飛蝨、白背飛蝨及斑飛蝨等多種主要病蟲害具強烈抗性。母本 TM6 自化學誘變庫中選出，具有廣幅抗稻熱病、褐飛蝨三型生物小種、白背飛蝨及斑飛蝨等特性；父本為良質米台稉 2 號。父母親本於 1995 年雜交，歷經 10 年選拔與多項試驗檢定而選出台農 75 號，其稻穀產量與豐產對照品種（台農 67 號）之差異不顯著，米飯食味與良質米對照品種（台稉 9 號）無明顯差異，且在室溫下儲藏 3 個月後，食味品質無太大改變。由於該品種對主要的病蟲害具有穩定的抗性，可以不使用農藥，適合有機農業栽培。

關鍵詞：水稻、疊氮化鈉、誘變、台稉 2 稻、台農 75 號。

前　　言

高科技高投資高報酬時代，農業日趨式微，2005 年農業產出僅占國民所得的 1.8%。雖然比率偏低，但是民以食為天，稻米是國人主食，米食文化為中華文化精髓之一，水稻是國內栽種面積最廣的單一作物，2005 年的栽培面積約達 27 萬公頃，年產糙米 118.8 萬公噸，產值約 281 億元。在 WTO 的規範下，進口米攻城掠地，直接與消費者接觸，整個國內的稻米產業一再受到嚴厲的挑戰；而隨著台灣地區經濟條件改善，國人對米飯的需求已由「吃得飽」轉為「吃得好」、「吃得巧」，稻米消費環境的快速改變，消費者意識抬頭，優質而且安全的農產品是消費者最基本的要求，如何安全生產食用米一直考驗著稻作從業人員的智慧。

台灣地處亞洲大陸及海洋交接低緯地域，屬於熱帶與亞熱帶交接地域，氣候高溫多濕，短暫性的天然氣候變化劇烈，使得作物病、蟲害的防治工作面臨嚴重挑戰。在第一期作最主要的病害是稻熱病，第二期作最主要的病害是白葉枯病，蟲害是稻飛蝨，所以國內的水稻育種工作，抗病、蟲能力的改良一直是很重要的方向之一。在菲律賓的國際稻米研究所也把對生物性逆境具有較長久的抗／耐性的品種，列為未來十年水稻育種的趨勢之一 (Mackill 2003)，顯示強化水稻品種的橫式、直式的抗病或抗蟲能力，以減少生產時大量藥劑的投施，不但可以減輕生態環境遭受衝擊的壓力，也可以提供更安全的農產品是世界潮流。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2285 號。接受日期：2007 年 4 月 25 日。
2. 本所作物組助理研究員、助理研究員、助理研究員、助理研究員及副研究員。台灣 台中縣 霧峰鄉。
3. 本所生技組助理研究員與副研究員。台灣 台中縣。
4. 通訊作者，電子郵件：cgchern@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23399544。

抗病、抗蟲基因或種原的收集是抗病、蟲育種的前提，經由生物技術將不同或相同物種抗病、蟲基因進行轉殖的例子很多 (Ayres & Park 1994; Zhai *et al*. 2001)，但基因轉殖水稻 (GMO rice) 的栽培與推廣一直存在很多爭議，尚未受到消費者的廣泛接受，傳統育種方法來進行水稻品種的改良仍是育種家普遍採用的方式。利用化學誘變劑進行誘變，創造新資材以提供品種選育的歷史悠久，一般使用 sodium azide (SA)、ethylene imine (EI)、ethylmethane sulphonate (EMS) 及 N-methyl-N-nitroso-urea 等四種化學誘變劑，其中又以疊氮化物的使用最普遍。疊氮化物 (azide) 是一種價格便宜的化合物，使用於水稻的誘變研究始於 1976，其在某些處理條件下，能誘發極高的突變率 (Kleinhofs *et al*. 1974)，而且大部分是基因發生突變，染色體異常極少 (Kleihofs *et al.*1974; Singh *et al.*1981)。Awan 等 (1980) 指出疊氮化鈉在 0.12-1.75 mM 的濃度範圍內皆具誘變能力，在 M2 世代可發現葉綠體、短稈、矮化株、早抽穗、晚抽穗等變異株。本所自 1983 年起也利用疊氮化鈉 (sodium azide) 建立起台農 67 號水稻之突變庫 (Chern & Huang 1984)，在 3,000 個突變純系中，突變率高達 29%，有部分純系之突變個體極為穩定，而部分突變體於世代間持續變異，推測應含有活化的逆轉位子 (retrotransposons) 或轉位子 (transposable elements)，或突變體與 DNA 甲基化、點突變及逆轉位子之重組有關 (Wang *et al.* 2002)，其中有眾多純系具有良好的抗病、蟲反應。

為了擴大育種親本的遺傳背景，利用具有良好抗病、蟲反應的突變庫純系當親本，將抗性特性與推廣品種結合，選育出擁有良好的抗病、蟲與米質特性的品種是我們的目標，期許新品種的育成與推出能有效提升國產稻米的生產安全性與競爭力。

材料與方法

親本材料

台農 75 號（台農育 861025 號）的母本為農業試驗所於 1987 年以疊氮化鈉化學誘變劑對台農 67 號進行誘變所選拔之單株，在 1991 年選育為品系，代號 TM6，對稻熱病、褐飛蝨及白背飛蝨具抗性，缺點為植株外表形態較差。父本台稉 2 號是由台南區農業改良場育成之良質米推薦品種，1989 年登記命名，曾獲得第二、三屆「全國稻米品質競賽」冠軍，是品質優良的品種，尤其是在花東縱谷地區種植。台稉 2 號的優點為高產、米質優良，對褐飛蝨具有抗至中抗性，對斑飛蝨具有中抗性，對稻熱病具有中抗性，以及耐肥性佳，缺點是植株偏高，對稻熱病的抗性不穩定，對紋枯病及白背飛蝨不具有抗性，以及耐寒性差 (Anonymous 1989)。

選育方法及過程

以誘變品系 TM6 為母本與台稉 2 號為父本在 1995 年第一期作進行雜交，親本譜系詳見圖一。獲得之 F_1 雜交種子，第二期作進行田間繁殖，1996 年第一期作繁殖建立 F_2 世代集團，規模約 3,000 株，從中選出 108 棵單株進入 F_3 系統，F_3 及 F_4 世代以譜系法進行培育及汰選，F_5 世代進行系統選拔，在 F_3 至 F_5 世代期間進行糙米外觀及病蟲抗性篩檢，1998 年第一期作進行產量觀察試驗，編號為台農育 861025 號 (台農 75 號)；1999 年第一期作進行產量比較試驗；2002 年參加區域試驗及各項特性檢定，以評估在全國各地的稻穀產量及品質表現，以及生物與非生物抗性檢測；2003 年進行肥效反應試驗。育種過程詳如表一。

稻穀產量評估試驗於 1999、2000 及 2001 年進行，計 3 年 5 期作假農業試驗所試驗農場進行稻穀產量評估試驗，田間設計採逢機完全區集設計，多本植，行株距 30×15 cm。1999 年第一期作進行初級產量比較試驗 (preliminary yield trial)，栽種 60 叢，2 重複；1999 年第二期作、2000 年第一、

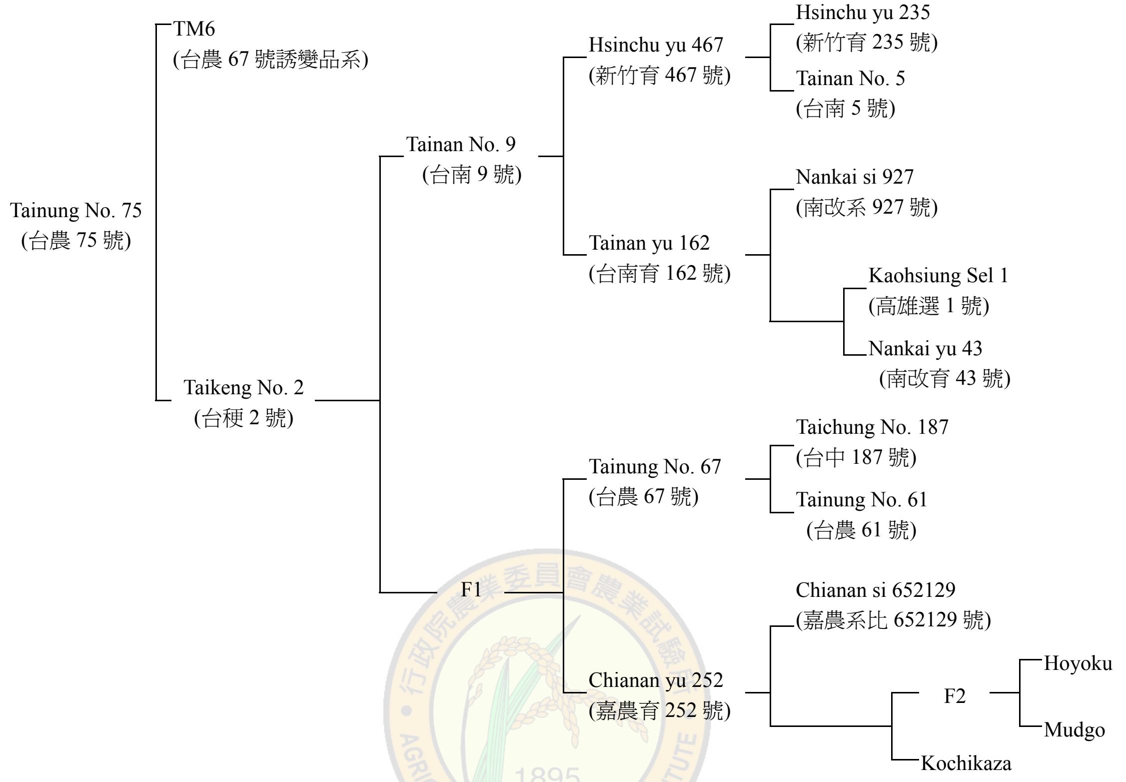

圖 1. 稉稻台農 75 號（台農育 861025 號）之譜系。
Fig. 1. Pedigree of rice variety Tainung No. 75.

二期作及 2001 年第一期作進行高級產量比較試驗 (advanced yield trial)，栽種 100 叢，4 重複。試區的肥料供應，氮素 120 kg/ha，施用硫酸銨及台肥複合肥料 39 號，以 1 次基肥、2 次追肥及穗肥計 4 次平均施用，磷酐在第一期作施用 30 kg/ha，第二期作 20 kg/ha，在基肥一次施用，氧化鉀在第一期作 40 kg/ha，第二期作 50 kg/ha，以基肥及穗肥施用；病蟲害防治及其他田間管理依一般慣行法實施之。

氮肥反應試驗於 2003 及 2004 年假農業試驗所試驗農場進行，田區採裂區設計，氮肥施用等級爲主區，品種（系）爲副區，多本植，行株距 30×15 cm，小區栽種 60 叢，3 重複。氮肥施用等級爲 80、120、160 及 200 kg/ha，施用硫酸銨或台肥複合肥料 39 號，磷酐及氧化鉀的施用量及施用方式與產量評估試驗相同。

區域試驗於 2002 及 2003 年在桃園縣新屋鄉、彰化縣大村鄉、嘉義縣鹿草鄉、屏東市、台東市、花蓮縣吉安鄉等六個地點進行。參試品系有 12 個，以台農 67 號爲對照品種，田間採逢機完全區集設計，4 重複，5 行區，每行 20 株，多本植，小區面積 4.5 m^2，行株距 30 x 15 cm。生育期間調查抽穗期、成熟期及成熟期之株高與單叢穗數，並以試驗小區爲單位，逢機割取 3 株，以調查穗重、穗長、一穗粒數、稔實率與千粒重等性狀及小區稻穀產量，小區稻穀產量評估係以的穀粒水分含量爲 13%爲基準。以 Finlay & Wilkinson (1963) 的公式進行稻穀產量穩定性分析，其迴歸模式如下：$y_{ij} = a_i + b_i x_j + e_{ij}$ (i = 1, 2,…,υ ; j = 1, 2,…, 1)，其中 y_{ij} 表示第 i 個品種在第 j 個環境中的平均稻穀

表 1. 台農 75 號的選育過程
Table 1. Breeding procedures for Tainung rice No. 75

Year	Crop season	Description
1995	1st	Hybridization:TM6 (♀) × Taikeng 2 (♂)
	2nd	F_1
1996	1st	F_2
	2nd	F_3
1997	1st	F_4
	2nd	F_5
1998	1st	F_6:Tainung yu 861025 (Preliminary yield trial)
	2nd	F_7:Tainung yu 861025 (Preliminary yield trial)
1999	1st	F_8:Tainung yu 861025 (Preliminary yield trial)
	2nd	F_9:Tainung yu 861025 (Advanced yield trial)
2000	1st	F_{10}:Tainung yu 861025 (Advanced yield trial)
	2nd	F_{11}:Tainung yu 861025 (Advanced yield trial)
2001	1st	F_{12}:Tainung yu 861025 (Advanced yield trial)
	2nd	F_{13}:Keep
2002	1st	F_{14}:Tainung yu 861025 (Regional yield trial)
	2nd	F_{15}:Tainung yu 861025 (Regional yield trial)
2003	1st	F_{16}:Tainung yu 861025 (Regional yield trial, Nitrogen trial)
	2nd	F_{17}:Tainung yu 861025 (Regional yield trial, Nitrogen trial)
2004	1st	F_{18}:Tainung yu 861025 (Nitrogen trial)
	2nd	F_{19}:Tainung yu 861025 (Nitrogen trial)

產量；a_i 表示第 i 個品種在所有環境中的平均稻穀產量；b_i 表示第 i 個品種對各種變化環境反應的迴歸係數；e_{ij} 表示第 i 個品種在第 j 個環境的迴歸離差；x_j 表示第 j 個環境的環境效應，它等於 j 環境中所有品種的平均產量與總平均產量之差。

非生物抗性檢定

在 1999、2002 及 2003 年進行，不同特性的檢定方法如下：

倒伏性檢定：田間設計採順序排列，5 行區，每行 10 株，多本植，行株距 30×15 cm，1999 年 2 重複，2002 及 2003 年 3 重複。以氮素 200 kg/ha 進行處理，在穀粒成熟期進行調查，依照植株的狀態進行判別，植株直立為 1 級，直立－傾斜為 3 級，傾斜為 5 級，傾斜－倒伏為 7 級，倒伏為 9 級；平均表現依國際稻米研究所 (International Rice Research Institute) 訂定之評估標準進行 (IRRI 1996)。

耐寒性檢定：秧苗耐寒性檢定採直播法，田間設計採順序排列，2-3 重複，在自然氣候篩選下，依秧苗成活率、葉色及生長等判別等級；成株耐寒性檢定採移植方式，田間設計為順序排列，2-3 重複，以結實率判別等級。等級依國際稻米研究所訂定之評估標準進行 (IRRI 1996)。

穗上發芽率調查：於主穗軸基部僅餘 2-3 粒尚未黃熟時採收 5 單穗，將稻穗浸泡在淺水盤上，置於日夜溫 30℃的植物生長箱內 6 days，計算穗上發芽粒數，發芽粒數與未發芽粒數之比值為穗上發芽率，穗上發芽率少於 30%為 1 級，31-60%為 5 級，高於 61%為 9 級。

穀粒脫粒性調查：成熟期採收主穗 5 穗，將稻穗置於長 1 m、寬 30 cm，一邊高 8 cm 斜木板的 2/3 處（由高的一端算起），以重量 1.5 kg、長 30 cm 之鐵棒滾動 3 次，計算脫粒稻穀重量，脫粒稻穀重量與全部檢測稻穀重量之百分比爲脫粒性，百分比低於 1%爲 1 級，1-5%爲 3 級，6-25%爲 5 級，26-50%爲 7 級，高於 51%爲 9 級。

生物抗性檢定

在 1999、2002 及 2003 年進行，依不同特性的檢定方法如下：

稻熱病抗性檢定：檢定方式有水、旱田病圃兩種。水田式病圃採順序排列，每品種（系）兩行，行株距 25×20 cm，每行 7 株，2-3 重複，採自然感病方式，每兩個品種（系）種植一行感病品種 Lomello，每隔 10 個品種（系）種植對照品種台農 70 號。旱田式病圃採順序排列，條播，行長 50 cm，行距 10 cm，每品種（系）播種一行，2-3 重複，每行播種 5 g，採自然感病或人爲接種方式進行，每隔 10 行播種感病品種 Lomello，中間夾播一行抗病對照品種台農 70 號。調查方式依國際稻米研究所訂定之評估標準進行 (IRRI 1996)。

白葉枯病抗性檢定：田間採順序排列，每品種（系）4 行，每行 10 株，單本植，2-3 重複，於劍葉抽出後，將菌種以剪葉法接種於每株稻葉上，每行接種不同菌株；調查等級爲稻葉上無病斑爲 HR，病斑面積 1-5%爲 R，6-12%爲 MR，13-25%爲 MS，26-50%爲 S，51-100%爲 HS (IRRI 1996)。

紋枯病抗性檢定：田間設計採順序排列，2-3 重複，多本植，行株距 25×15 cm，每品種（系）栽植 1 行，每行 10 株，隔株栽種稗稈稻，移植後 50 days（第一期作）及 30 days（第二期作）以 TC-96 菌株進行人工接種誘發病害，齊穗後 25 days 調查發病程度；調查方式依國際稻米研究所訂定之評估標準進行 (IRRI 1996)。

縞葉枯病抗性檢定：秧苗於 3 葉苗期移到接種箱，每箱放 12 個培養皿，2-3 重複，單支苗平均以 5 隻帶毒斑飛蝨進行感染，2 days 後，將秧苗移植於植缽中，每缽 10 株，置於網室內，約 30 days 後調查罹病株數，以換算罹病率。調查方式依國際稻米研究所訂定之評估標準進行 (IRRI 1996)。

褐飛蝨抗性檢定：於 3 葉齡秧苗期，將秧苗移置於溫室檢定槽，再將人工大量繁殖之飛蝨若蟲 (2-3 齡) 釋放於秧苗，釋放密度約爲每秧苗 2-3 隻，待感蟲對照品種（台中在來 1 號）枯萎時進行調查；成株抗性檢定爲每品種（系）之 4 叢，每叢 3 本，種植在網室內，待分蘗期釋放成蟲，平均每株 0.5-1 隻，讓其自由選擇稻株產卵繁殖，釋放 35 days 後，紀錄每品種（系）單叢之蟲數及危害等級，其後每隔 3-5 days 調查一次，直到感蟲對照品種完全枯萎爲止。調查方式依國際稻米研究所訂定之評估標準進行 (IRRI 1996)。

二化螟蟲抗性檢定：供試稻種條播於網室水泥槽中，每品種（系）播種 1 行，行距 20 cm，2-3 重複，待稻株發育至分蘗中期 (移植後 30 days)，以剛孵化一齡幼蟲 90 隻拌混 5 g 粉碎稻殼，均勻施放於每行稻株基部，接種密度爲稻株總數之 3 倍，40 days 後，計算稻分蘗數及被害枯心數，再換算爲枯心率 (IRRI 1996)。

米粒理化特性及食味品質分析

米粒外觀性狀：粒長及粒形依中國國家標準 No.13446 訂定。粒長分 4 級：VL 爲 7.500 mm 以上，L 爲 6.610 mm 以上，M 爲 6.609-5.510 mm，S 爲 5.510 mm 以下；粒形依長寬比分 3 級：S 爲 3.0 以上，I 爲 2.1-2.9，B 爲 2.10 以下；透明度分 6 級 (0-5 級)；心白分 6 級 (0-5 級)；腹白分 6 級 (0-5 級)；背白分 6 級 (0-5 級)。

米粒的理化特性：包括凝膠展延性、鹼性擴散度及糊化溫度，凝膠展延性分三級：H 爲 41 mm

以下，M 爲 41-60 mm，S 爲 61-100 mm；鹼性擴散度分 1-7 共七級，糊化溫度分 H、HI、I 及 L 四級，糊化溫度與鹼性擴散度對應如下：H 爲 1-2 級，HI 爲 3 級，I 爲 4-5 級，L 爲 6-7 級 (IRRI 1996)。

食用品質：以埤頭鄉生產之台梗 9 號爲對照。利用 4 人份電子鍋四個，其中一個蒸煮對照品種，其餘三個蒸煮測試樣品。每樣品秤取白米 300 g 放入內鍋，以強勁水流沖洗攪拌後排水，重複 2 次，再裝滿水攪拌後將水濾乾，加入米量 1.35 倍的水，浸泡 1 hr 後，始按下開關；待開關跳起後，先燜 20 min 再打開鍋蓋，觀察米飯光澤，然後將飯攪鬆，以棉布蓋在內鍋上以吸收蒸氣，鍋內插一雙筷子，蓋下鍋蓋以利通氣，放冷 50 min 後食用。試食時分別就米飯之外觀 (appearance)、香味 (aroma)、口味 (flavor)、黏性 (cohesion)、硬性 (hardness) 與總評 (over all in sensory evaluation) 等六項分別與對照品種比較，並在評分表上紀錄分數，將其區分爲三級，分別是 A 級爲優於對照，B 級爲同對照，C 級爲劣於對照 (Song 1978)。

結　　果

產量比較試驗

台農育 861025 號在（圖 2）第一期作的所有調查性狀，除了平均穗長與千粒重與對照品種有顯著差異存在外，其他調查性狀都與對照品種差異不顯著，台農 75 號（台農育 861025 號）的平均穗長爲 18.6 cm，千粒重平均 26.4 g，顯著較對照品種的 17 cm 及 24.7 g 突出；生育日數平均爲 111.8 days，株高平均爲 106.4 cm，穗重平均爲 2.2 g，皆與對照品種差異不顯著；稻穀產量平均爲 6686.3 kg/ha，約爲對照品種的 96.4%，穗數平均爲 15.3 支，一穗粒數爲 85.7，稔實率平均爲 87.0%，與對照品種差異都不顯著。第二期作台農育 861025 號的平均一穗粒數、穗長與千粒重與對照品種有顯著的差異，其他調查性狀則與對照品種表現相似，台農育 861025 號的平均一穗粒數爲 78.9 粒，顯著較對照品種的 100.9 粒少，平均穗長爲 19.6 cm，千粒重平均 27.9 g 都顯著較對照品種表現優；生育日數平均爲 92.1 days，植株高度平均爲 101.8 cm，穗重平均 2.1 g 與對照品種相近；稻穀產量平均 5,533.3 kg/ha，較爲對照品種增產 5.5%，穗數平均 13.9 支，稔實率 88.0%與對照品種差異不顯著（詳見表 2）。

區域試驗之稻穀產量

第一期作台農育 861025 號的稻穀產量表現都與對照品種差異不顯著，其中以屏東、台東及嘉義等試區的稻穀產量表現最佳，花蓮試區最差，平均稻穀產量爲 6,902.2 kg/ha，約爲對照品種的 97.8% (7,071.8 kg/ha)；產量構成要素中除一穗粒數明顯少於對照品種，穗數、稔實率及千粒重都優於對照品種。第二期作台農育 861025 號的平均稻穀產量爲 5,383.6 kg/ha，約爲對照品種的 97.6% (5,557.4 kg/ha)，各試區表現除台東試區顯著低於對照品種外，其餘參試地區則差異不顯著，產量構成要素中除千粒重明顯優於對照品種，穗數、稔實率及一穗粒數都不如對照品種，尤其是一穗粒數（表 3）。

台農育 861025 號的主要農藝性狀在區域試驗表現如表 4，生育日數在第一期作平均爲 120.5 days，與對照品種相近，株高平均爲 107.4 cm，較對照品種高 3 cm，穗長平均 18.6 cm，穗重平均 2.10 g，都與對照品種沒有明顯差異。第二期生育日數平均爲 109.6 days，與對照品種相近，株高平均 104.5 cm，較對照品種高約 3 cm，穗長平均 19.2 cm，穗重平均 2.10 g，都與對照品種沒有明顯差異。由上述資料顯示台農育 861025 號的生育日數與台農 67 號相近，株高較台農 67 號略高。

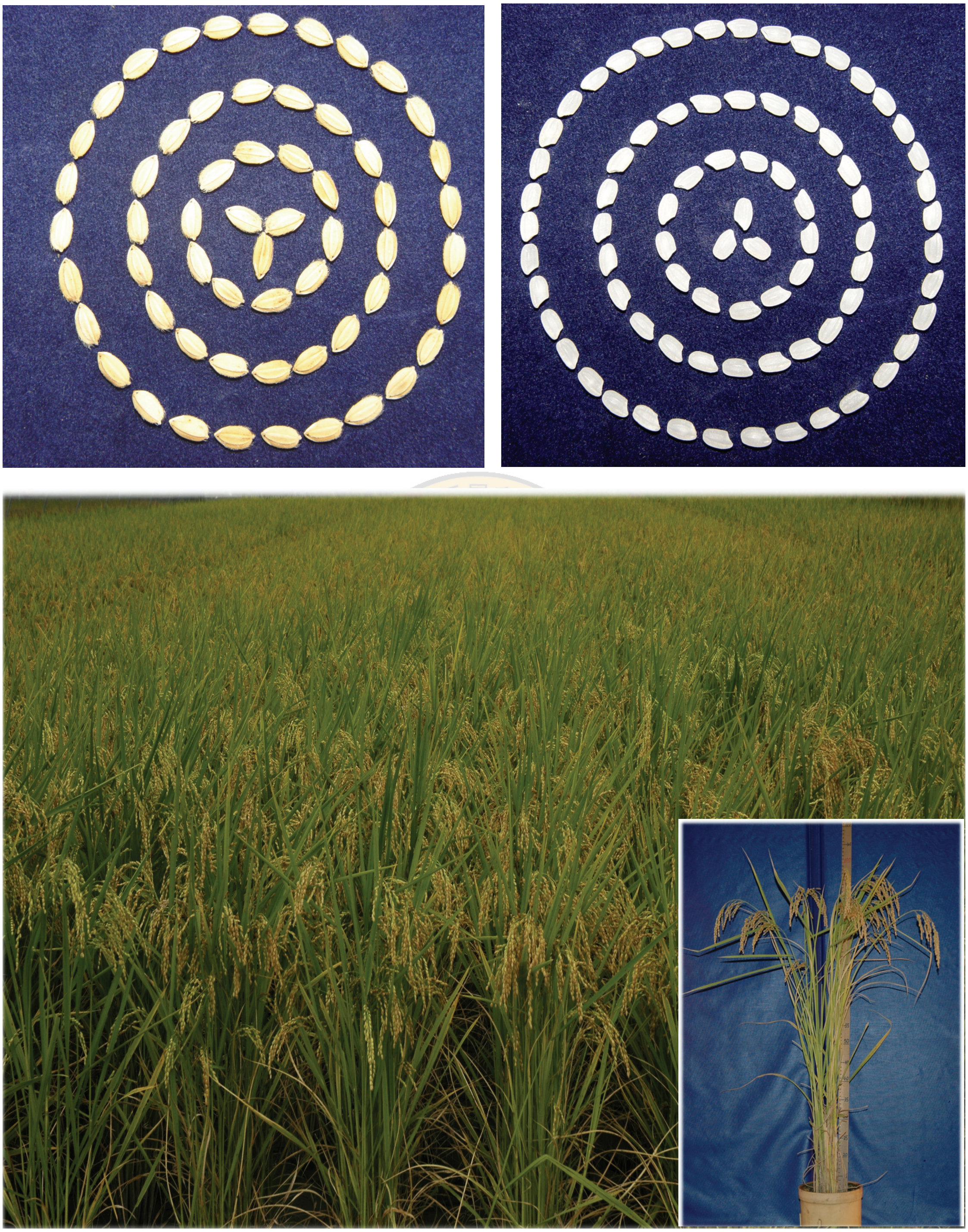

圖 2. 台農 75 號之稻穀（左上）、白米（右上）及稻株（下）。
Fig 2. Rough rice (top right), milled rice (top reft) and plant (bottom) of rice variety Tainung No.75.

表 2. 水稻台農 75 號（台農育 861025 號）在產量比較試驗之產量及重要農藝性狀

Table 2. Performance of mainly agronomic traits and grain yield of Tainung rice No. 75 (Tainung yu 861025) in advanced yield trial

Variety (line)	Year	Growth[z] duration (day)	Plant height (cm)	Panicle weight (g)	Panicle length (cm)	Panicle number (no.)	Spikelet/ Panicle (no.)	Seed set (%)	1000-grain weight (g)	Yield (kg/ha)	Ratio (%)
1st crop season											
Tainung yu 861025	2000	109.8	106.8	2.2	18.8	14.5	79.3	93.1	26.8	7554.2	100.3
	2001	114.0	106.1	2.3	18.5	16.2	92.1	80.9	25.9	5818.5	92.4
	Mean	111.8	106.4	2.2	18.6	15.3	85.7	87.0	26.4	6686.3	96.4
Tainung No. 67	2000	109.5	100.5	2.0	17.0	16.0	85.1	90.8	24.7	7533.8	100
	2001	114.3	104.8	2.5	17.1	16.6	92.5	82.7	24.8	6295.0	100
	Mean	111.9	102.7	2.3	17.0	16.3	88.8	86.7	24.7	6914.4	100
	t value	0.0	1.7	0.1	12.0**[y]	1.1	0.42	0.0	3.6	0.2	-
2nd crop season											
Tainung yu 861025	2000	92.5	105.3	2.2	19.0	14.7	80.6	89.7	27.9	6121.0	108.0
	2001	91.7	98.3	2.0	20.1	13.1	77.3	86.3	27.0	4945.5	103.3
	Mean	92.1	101.8	2.1	19.6	13.9	78.9	88.0	27.5	5533.3	105.6
Tainung No. 67	2000	93.0	100.8	2.4	17.8	12.7	101.6	84.7	25.7	5665.0	100
	2001	92.0	93.0	2.2	16.8	13.2	100.2	83.5	24.3	4812.7	100
	Mean	92.5	96.9	2.3	17.3	12.9	100.9	84.1	25.0	5238.9	100
	t value	0.6	1.0	1.5	3.1*	1.1	12.2**	2.2	2.9*	0.4	-

[z] Growth duration is the days from transplant to harvest.

[y] *: Significant at 0.05 probability level ; **: Significant at 0.01 probability level.

在第一期作台農台農育 861025 號兩年的平均稻穀產量為 6,902.1 kg/ha，高於參試品種（系）的總平均值，第二期台農育 861025 號之平均稻穀產量為 5,383.6 kg/ha，略低於參試品種（系）的總平均值，與對照品種台農 67 號差異都不顯著。迴歸係數 (b) 第一期作為 0.90，第二期作為 0.72，均與 1 無顯著差異而異於 0，顯示都具有穩定性。將兩年四期作的稻穀產量合併分析，稻穀產量平均為 6142.9 kg/ha，高於參試品種（系）的總平均值，與對照品種台農 67 號差異不顯著，迴歸係數 (b) 為 0.91，小於 1，顯示其具有一般穩定性（表 5）。

氮肥效應試驗

表 6 為台農育 861025 號在氮肥效應試驗之稻穀產量表現。第一期作台農育 861025 號之稻穀產量以施氮量 160 kg/ha 最高，施氮量 200 kg/ha、160 kg/ha 與 120 kg/ha 處理間差異不顯著，但施氮量 160 kg/ha 以上之處理與 80 kg/ha 有顯著差異存在，而施氮量 120 kg/ha 與 80 kg/ha 沒有顯著差異存在。對照品種台農 67 號的稻穀產量表現隨施氮量的增加而增加，80 kg/ha、120 kg/ha 與 160 kg/ha 處理間差異不顯著，唯 200 kg/ha 與 80 kg/ha 有顯著的差異存在。第二期作台農 75 號（台農育 861025 號）及對照品種的稻穀產量處理間的差異都不顯著。

產量構成性狀在氮肥效應試驗的表現，第一期作台農育 861025 號的穗數在 80 kg/ha 與 120 kg/ha 處理間差異不顯著，施氮量提高至 160 kg/ha 以上處理對穗數增加有顯著幫助；千粒重以 80 kg/ha

表 3. 水稻台農 75 號（台農育 861025 號）在全國區域試驗之產量及產量構成性狀

Table 3. Performance of grain yield and yield components of Tainung rice No. 75 (Tainung yu 861025) in the regional yield trails

Location	Yield (kg/ha)			Panicle number (no.)		Spikelet/ panicle (no.)		Seed set (%)		1000-grain weight (g)	
	V_1[y]	V_2	LSD (0.05)	V_1	V_2	V_1	V_2	V_1	V_2	V_1	V_2
1st crop season											
Taoyuan	6257.3 a[z]	6203.2 a	501.3	16.1	14.6	77.7	89.8	76.4	66.8	27.7	26.5
Changhua	6548.0 a	7390.1 a	843.2	16.7	16.1	93.9	99.9	88.5	88.4	25.1	26.2
Chiayi	7813.6 a	8011.6 a	544.5	18.0	17.4	73.8	94.2	93.6	90.9	28.6	25.2
Pingtung	7818.3 a	7818.3 a	445.9	21.3	19.5	74.7	92.1	84.3	80.2	26.7	23.9
Taitung	7617.5 a	7631.3 a	639.1	17.8	17.4	75.9	84.6	91.8	91.2	27.5	25.5
Hualien	5358.2 a	5376.0 a	472.6	14.0	13.6	80.0	102.1	85.6	82.7	27.4	25.2
Mean	6902.2	7071.8	-	17.3	16.4	79.3	93.8	86.7	83.4	27.2	25.4
2nd crop season											
Taoyuan	5398.5 a	5646.0 a	400.5	13.5	12.0	95.2	109.5	79.4	82.3	27.1	25.0
Changhua	5448.0 a	5272.9 a	387.5	12.2	12.4	92.8	95.6	88.4	88.0	26.2	26.2
Chiayi	5720.8 a	5777.5 a	265.7	15.3	14.0	80.2	95.9	88.4	87.7	27.7	25.8
Pingtung	5681.5 a	5605.6 a	303.8	12.5	13.5	83.1	87.1	90.3	88.3	27.3	25.7
Taitung	6008.8 b	7040.0 a	406.7	15.7	16.0	85.0	100.0	81.4	87.0	26.1	24.2
Hualien	4043.8 a	4002.6 a	237.5	13.3	13.4	75.7	111.7	85.6	82.8	27.0	23.5
Mean	5383.6	5557.4	-	13.8	13.6	85.3	100.0	85.6	86.0	26.9	25.1

[z] Mean followed by the same letters are not significantly at 0.05 probability level.

[y] V_1:Tainung yu 861025; V_2:Tainung No. 67.

處理顯著大於其他處理重，增施氮肥沒有顯著提高千粒重；一穗粒數及稔實率在 200 kg/ha 以下之處理差異不顯著，一穗粒數以 200 kg/ha 顯著多，稔實率以 200 kg/ha 顯著低。第二期作台農育 861025 號的穗數在 200 kg/ha 以下處理間差異不顯著，一穗粒數以 120 kg/ha 顯著多於其他處理，稔實率及千粒重在 120 kg/ha 以上之處理差異不顯著。

非生物性抗性檢定

台農育 861025 號的非生物性抗性檢定分別委由行政院農業委員會桃園區及花蓮區農業改良場協助進行，結果詳見表 7。倒伏性檢定委請桃園區農業改良場在新竹縣竹東鎮進行，台農育 861025 號在第一期作的抗倒伏性檢定變幅很大，植株從直立到傾斜，平均爲 3 級，第二期作的反應從直立／傾斜到倒伏，平均爲 5.7 級，反應呈傾斜，表現不如台農 67 號的 2.3 級及 3.7 級，及台稉 2 號的平均 1.7 級及 4.3 級，顯示台農育 861025 號在第一期作的抗倒伏能力不如與對照品種台農 67 號及台稉 2 號。耐寒性檢定委請桃園區農業改良場在新竹縣五峰鄉進行，台農育 861025 號的秧苗期（第一期作）耐寒能力呈 3-5 級，平均耐寒 4.3 級，與對照品種台農 67 號相同，表現不如台稉 2 號的平均 2.3 級；在成熟期（第二期作）的耐寒能力呈 1-7 級，平均反應爲 3.7 級，明顯較對照品種台農 67 號及台稉 2 號的 4.3 級反應好，顯示台農育 861025 號的秧苗耐寒能力表現與對照品種台農 67 號相同，不如親本台稉 2 號，但成熟期的耐寒能力則較台農 67 號及台稉 2 號反應佳。穗上發芽率及脫粒性係委請花蓮區農業改良場在花蓮地區進行檢定，台農育 861025 號的穗上發芽率檢定在第

表 4. 水稻台農 75 號（台農育 861025 號）在全國區域試驗之重要農藝性狀表現

Table 4. Performance of mainly agronomic traits of Tainung rice No. 75 (Tainung yu 861025) in the regional yield trails

Location	Growth duration (days)		Plant height (cm)		Panicle length (cm)		Panicle weight (g)	
	V_1[y]	V_2	V_1	V_2	V_1	V_2	V_1	V_2
1st crop season								
Taoyuan	128.5	128.8	106.7	103.8	18.6	18.6	1.91	1.68
Changhua	109.5	110.0	110.6	111.7	17.8	18.0	2.24	2.54
Chiayi	118.0	118.5	112.7	111.7	18.4	17.9	2.16	2.36
Pingtung	116.5	117.5	104.3	102.3	18.2	17.5	1.85	1.79
Taitung	122.6	122.8	102.5	95.9	19.6	17.8	2.09	1.96
Hualien	127.8	129.1	107.3	104.1	18.9	18.0	2.10	2.34
Mean	120.5	121.1	107.4	104.3	18.6	18.0	2.10	2.10
2nd crop season								
Taoyuan	107.5	107.6	107.8	105.3	20.3	20.0	2.28	2.49
Changhua	107.0	104.8	99.4	99.7	18.3	18.7	2.36	2.34
Chiayi	111.5	112.0	102.8	99.6	19.5	18.3	2.17	2.41
Pingtung	103.0	103.0	103.6	101.4	18.9	17.5	2.15	2.11
Taitung	111.0	111.9	111.6	106.8	19.3	17.9	1.89	2.15
Hualien	117.4	117.1	101.6	98.5	18.7	17.1	1.91	1.84
Mean	109.6	109.4	104.5	101.9	19.2	18.3	2.10	2.20

[z] The days from transplant to harvest.

[y] V_1:Tainung yu 861025; V_2:Tainung No. 67.

一期作表現平均呈 3 級，明顯較台農 67 號的 6.3 級為佳，與親本台稉 2 號的 2.3 級相近；第二期作台農育 861025 號的平均表現呈 5 級，明顯較台農 67 號平均的 7.7 級表現好，與台稉 2 號的 5 級相同，顯示台農育 861025 號在成熟期面對連續下雨的天氣，較對照品種不易發生穗上發芽，尤其是在第一期作的表現更顯重要，原因乃第一期作的水稻成熟時期很容易碰上梅雨期，在連續高溫高濕下，穗上發芽就會發生，所以在生產上，栽種台農育 861025 號較對照品種有利。台農育 861025 號的穀粒脫粒性檢定在第一期作平均呈 5.7 級，較對照品種平均的 6.3 級表現佳，與台稉 2 號同為 5.7 級；第二期作的 3 年檢定都呈 5 級，表現與台農 67 號及台稉 2 號相同。

生物性抗性檢定

台農育861025號在田間的葉稻熱病抗性檢定上，在嘉義檢定病圃的反應表現呈R及MR級（委請農民試驗所嘉義分所），抗病表現穩定，平均反應為 R 級，明顯優於對照品種台農 67 號及台稉 2 號的 S 級；在關山檢定病圃的表現為 MR 至 MS 級（委請台東區農業改良場），平均反應為 MR 級，亦明顯優於對照品種台農 67 號及台稉 2 號的 HS 級（表 8）。在穗稻熱病的抗性表現上，於嘉義檢定病圃的表現為 R 及 MR 級，抗病表現穩定，平均反應為 R 級，明顯優於對照品種台農 67 號及台稉 2 號的 S 級；在關山檢定病圃的表現為 MS 級至 S 級，平均反應為 MS 級，優於對照品種台農 67 號的 S 級及台稉 2 號的 HS 級，顯示台農育 861025 號對於西部的稻熱病生理小種具有穩定的抗性表現，對東部的稻熱病生理小種的抗性較不穩定，但都明顯較對照品種及親本台稉 2 號的表

表 5. 2002-2003 年全國稉稻區域試驗參試品系稻穀產量之穩定性介量

Table 5. The stability parameters of grain yield of 12 tested lines and check varieties in the regional yield trails in 2002-2003

Variety (line)	1st crop season				2nd crop season				combine			
	Mean	Ratio		bi	Mean	Ratio		bi	Mean	Ratio		bi
		kg	%			kg	%			kg	%	
Taikeng yu 72071	6793.0 b[y]	-278.7	-3.9	1.04	5469.2 bc	-88.2	-1.6	0.80	6131.1 b	-183.5	-2.9	0.93
Chungkeng yu 10164	6350.2 c	-721.5	-10.2	0.86	5002.6 d	-554.8	-10.0	0.97	5676.4 c	-638.2	-10.1	0.83
Chungkeng yu 10198	6313.9 c	-757.8	-10.7	1.09	4957.9 d	-599.5	-10.8	0.97	5635.9 cd	-678.7	-10.8	0.97
Nankeng yu 58	7496.5 a	424.8	6.0	1.18	5842.8 a	285.4	5.1	1.21	6669.7 a	355.1	5.6	1.17
Kaukeng yu 4077	6843.8 b	-227.9	-3.2	1.02	5686.8 ab	129.4	2.3	0.88	6265.3 b	-49.3	-0.8	0.97
Kaukeng yu 2309	6027.5 c	-1044.2	-14.8	0.80	4827.0 d	-730.4	-13.1	1.11	5427.2 d	-887.4	-14.1	0.93
Tungkeng yu 88135	7004.4 b	-67.3	-1.0	1.32	5499.1 bc	-58.3	-1.1	1.04	6251.7 b	-62.9	-1.0	1.26
Huakeng yu 32	7074.7 b	3.0	0.0	0.76	5568.2 bc	10.8	0.2	0.97	6321.4 b	6.8	0.1	0.78
Chianung yu 872042	7012.5 b	-59.2	-0.8	1.07	5366.9 c	-190.5	-3.4	1.10	6189.7 b	-124.9	-2.0	1.16
Tainung yu 861025	6902.1 b	-169.6	-2.4	0.90	5383.6 c	-173.8	-3.1	0.72	6142.9 b	-171.7	-2.7	0.91
Taikeng No.9[z]	7115.7 ab	44.0	0.6	0.98	5542.9 bc	-14.5	-0.3	1.14	6329.3 b	14.7	0.2	1.06
Tainung No.67[z]	7071.7 b	0.0	0.0	0.98	5557.4 bc	0.0	0.0	1.08	6314.6 b	0	0	1.04
LSD (0.05)	406.3				270.4				242.1			

[z] Check variety.

[y] Mean followed by the same letters are not significantly at 0.05 probability level.

現佳（表 8）。旱田病圃僅於嘉義設置（詳見表 9），台農育 861025 號在第一期作之抗性平均為 MR 級，在第二期作之抗性平均為 R 級，明顯優於台農 67 號及台稉 2 號的 HS 級表現。由水、旱田的檢定資料顯示台農育 861025 號對於稻熱病抗性表現較對照品種台農 67 號及台稉 2 號明顯優良，只是稻熱病的生理小種演變快速，在田間栽培時仍宜注意防治。

白葉枯病抗性（委請台中區農業改良場）以 XM-42 及 XF-81 兩分離菌系進行接種檢定，第一期作台農育 861025 號對 XM-42 菌株平均呈 S 級，對 XF-81 菌株平均呈 MS 級，表現與對照品種及台稉 2 號相同；第二期作對 XM-42 菌株平均呈 S 級，與台稉 2 號的反應相同，優於對照品種的 HS 級，對 XF-81 菌株平均呈 S 級，表現與對照品種及台稉 2 號相同。整體而言，台農育 861025 號對白葉枯病的抗性優於對照品種台農 67 號及親本台稉 2 號，但抗性表現仍不理想，在第二期作栽種時及颱風過境後都要注意防治。對紋枯病抗性（委請台南區農業改良場檢定），台農育 861025 號在第一期作的抗性變化大，從呈 HS 級到 MS 級，平均反應呈 S 級，與對照品種台農 67 號相同，優於台稉 2 號 HS 級；第二期作的抗性從呈 S 及 HS 級，平均反應呈 S 級，與台稉 2 號反應相同，優於對照品種台農 67 號的 HS 級。對縞葉枯病的抗性檢定，台農育 861025 號的檢定從 MR 級到 S 級，平均為 MS 級，表現明顯優於與台農 67 號及台稉 2 號的 HS 級，在推廣栽培時對縞葉枯病的防治將更容易（詳見表 9）。

褐飛蝨的抗性（委請農民試驗所嘉義分所檢定）分為秧苗期及成株期抗性，台農育 861025 號的秧苗期抗性檢定呈穩定的 R 級，成株期的抗性表現呈 R 及 MR 級，對於褐飛蝨具有強而持久的抗性，明顯優於對照品種台農 67 號的 S 級及台稉 2 號的 MR 級。對斑飛蝨的抗性表現呈 R 及 MR

表 6. 水稻台農 75 號（台農育 861025 號）在氮肥效應試驗之產量及產量構成性狀

Table 6. Performance of mainly agronomic traits and grain yield of Tainung rice No. 75 (Tainung yu 861025) in nitrogen trail

Variety (line)	Nitrate rate (kg/ha)	Yield (kg/ha)	Ratio (%)	Nitrogen effect [y]		Panicle number	Plant height (cm)	Panicle length (cm)	Panicle weight (g)	Spikelet /Panicle (no.)	Seed set (%)	1000-grain weight (g)
				(N.T./N.T.)	(N.T./kg)							
1st crop season												
Tainung yu 861025	200	7528.5 a [z]	133.5	7.9	330.2	17.4 a	107.4 a	20.0 a	2.1 a	86.2 a	83.1 b	27.5 b
	160	7744.2 a	137.3	13.2	552.0	18.1 a	96.9 b	17.8 b	1.9 ab	69.8 b	93.1 a	27.7 b
	120	7002.8 ab	124.1	17.1	714.7	15.3 ab	95.0 b	17.7 b	1.8 b	73.4 b	93.0 a	26.8 b
	80	5641.4 b	100	-	-	13.5 b	86.1 c	18.2 b	2.0 ab	68.0 b	90.9 a	29.5 a
Tainung No. 67	200	8073.6 a	142.2	10.1	417.6	16.0 a	104.2 a	19.2 a	2.3 a	93.9 a	86.1 a	25.5 b
	160	6613.6 ab	116.5	5.9	246.2	14.7 a	96.3 ab	17.0 b	2.0 a	90.2 a	85.5 a	24.6 b
	120	5983.9 b	105.4	3.9	161.8	14.5 a	97.4 bc	16.9 b	2.1 a	77.4 a	93.2 a	25.8 ab
	80	5675.7 b	100	-	-	13.8 a	93.9 c	17.0 b	2.2 a	78.7 a	90.7 a	26.7 a
2nd crop season												
Tainung yu 861025	200	4538.3 a	106.1	1.1	45.5	16.0 a	100.5 a	18.5 a	1.8 a	77.5 b	80.5 b	25.6 ab
	160	4800.4 a	112.2	3.3	137.0	15.6 ab	91.3 b	18.5 a	1.8 a	81.0 b	80.7 b	25.1 b
	120	4310.4 a	100.7	0.4	16.8	13.9 b	97.5 ab	18.1 a	2.0 a	87.8 a	82.0 b	25.4 b
	80	4278.4 a	100	-	-	12.1 b	95.0 ab	19.7 a	2.0 a	75.8 b	89.2 a	27.0 a
Tainung No. 67	200	4928.3 a	103.6	0.7	29.7	15.8 a	95.0 a	17.9 a	1.9 b	88.9 a	79.0 c	24.0 ab
	160	4833.6 a	101.6	0.5	19.7	14.6 a	93.5 a	17.9 a	1.9 b	93.8 a	80.0 c	23.3 b
	120	4387.8 a	92.2	-4.7	-194.7	14.2 a	93.9 a	17.7 a	2.0 ab	92.7 a	84.3 b	23.8 b
	80	4758.6 a	100	-	-	12.7 a	93.5 a	18.1 a	2.2 a	92.7 a	89.0 a	25.2 a

[z] Mean followed by the same letters are not significantly at 0.05 probability level.

[y] Nitrogen effect (N.T./N.T.): (Yield of treatment -Yield of C.K (80 kg N/ha)) x Rice price (NT$22.5/kg) ÷ nitrogen price (N.T.$41.7/kg).

表 7. 水稻台農 75 號（台農育 861025 號）之非生物性抗性

Table 7. The abiotic resistance performance of Tainung rice No. 75 (Tainung yu 861025)

Item	1999			2001			2002			Mean		
	V_1^z	V_2	V_3	V_1	V_2	V_3	V_1	V_2	V_3	V_1	V_2	V_3
1st crop season												
Lodging incidence	1	1	1	3	3	3	5	1	3	3.0	1.7	2.3
Cold tolerance	3	1	3	5	3	7	5	3	3	4.3	2.3	4.3
On-panicle sprouting (%)	1	3	5	5	1	1	9	5	5	3.0	2.3	6.3
Shattering(%)	7	5	5	5	7	5	7	7	5	5.7	5.7	6.3
2nd crop season												
Lodging incidence	5	9	3	2	9	3	3	7	1	5.7	4.3	3.7
Cold tolerance	1	5	3	7	3	5	3	5	5	3.7	4.3	4.3
On-panicle sprouting (%)	5	9	1	5	9	1	9	9	5	5.0	5.0	7.7
Shattering (%)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.0	5.0	5.0

z V_1:Tainung yu 861025; V_2:Taikeng No.2; V_3:Tainung No.67.

表 8. 水稻台農 75 號（台農育 861025 號）在田間之稻熱病抗性表現

Table8. Performance of blast resistance of Tainung rice No. 75 (Tainung yu 861025) in paddy field

Variety (line)	Year	Leaf blast (Level)		Panicle blast (Level)	
		Chiayi	Kwanshan	Chiayi	Kwanshan
Tainung yu 861025	1999	R^z	MR	R	MS
	2001	R	MS	MR	S
	2002	MR	MR	R	MS
	Mean	R	MR	R	MS
Taikeng No. 2	1999	S	S	HS	HS
	2001	MR	HS	S	-
	2002	HS	HS	-	-
	Mean	S	HS	S	HS
Tainung No. 67	1999	S	S	HS	HS
	2001	MR	HS	MS	S
	2002	HS	HS	-	-
	Mean	S	HS	S	S

z Blast resistance: HR=highly resistant, R=resistant, MR=moderately resistant, MS=moderately susceptible, S=susceptible, HS=highly susceptible.

級，平均呈 MR 級，明顯優於對照品種台農 67 號及台稉 2 號的 S 級。對白背飛蝨的抗性檢定表現呈 R 級至 S 級，抗性表現變化大，平均表現呈 MR 級，較對照品種台農 67 號及台稉 2 號的 S 級表現佳。對二化螟蟲之感蟲檢定反應，台農育 861025 號的反應從 MR 級到 S 級，平均呈 MS 級，雖然親本台稉 2 號的平均反應與其相同，但台稉 2 號有一年的檢定呈 HS 級，顯示其抗性穩定性不如台農育 861025 號（詳見表 10）。

表 9. 水稻台農 75 號（台農育 861025 號）的病害檢定表現

Table 9. Performance of disease resistance of Tainung rice No. 75 (Tainung yu 861025)

Item		1999			2001			2002			Mean		
		V_1[y]	V_2	V_3	V_1	V_2	V_3	V_1	V_2	V_3	V_1	V_2	V_3
1st crop syeason													
Leaf blast	Nursery	MR[z]	HS	HS	MR	HS	HS	MR	HS	HS	MR	HS	HS
Bacteria leaf blight	XM-42	HS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	XF-81	S	HS	S	R	R	R	S	S	S	MS	MS	MS
Sheath blight		S	HS	S	HS	HS	HS	MS	S	MS	S	HS	S
Bacterial leaf streak		MR	HS	HS	S	HS	HS	S	HS	S	MS	HS	HS
2nd crop season													
Leaf blast	Nursery	R	HS	HS	R	HS	HS	R	HS	HS	R	HS	HS
Bacteria leaf blight	XM-42	S	S	HS	HS	S	HS	MS	S	S	S	S	HS
	XF-81	S	S	S	S	MS	MS	S	S	S	S	S	S
Sheath blight		HS	HS	HS	S	MS	HS	S	S	S	S	S	HS
Bacterial leaf streak		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[z] Disease resistance: HR=highly resistant, R=resistant, MR=moderately resistant, MS=moderately susceptible, S=susceptible, HS=highly susceptible.

[y] V_1:Tainung yu 861025; V_2:Taikeng No.2; V_3:Tainung No.67.

表 10. 水稻台農 75 號（台農育 861025 號）的蟲害抗性檢定表現

Table 10. Performance of insect resistance of Tainung rice No. 75 (Tainung yu 861025)

Variety (line)	Year	Brown planthopper		Small brown planthopper	White-backed planthopper	Strip stem borer
		Seedling	Plant			
Tainung yu 861025	1999	R[z]	R	R	R	MR
	2001	R	MR	MR	S	S
	2002	R	R	R	MR	MS
	Mean	R	R	R	MR	MS
Taikeng No. 2	1999	R	MR	S	R	R
	2001	S	S	S	S	S
	2002	S	MR	S	S	HS
	Mean	MR	MR	S	S	MS
Tainung No. 67	1999	S	S	S	S	S
	2001	S	S	S	S	S
	2002	S	S	S	S	S
	Mean	S	S	S	S	S

[z] Insect resistance:HR=highly resistant, R=resistant, MR=moderately resistant, MS=moderately susceptible, S=susceptible, HS=highly susceptible.

米粒理化特性及食味品質

米粒外觀調查項目中，第一期作台農育 861025 號的白米透明度為 4 級，優於台稉 9 號的 3-4 級，米粒心腹背白總計在 2002 年為 0.92 優於台農 67 號的 1.21，及台稉 9 號的 0.98，但 2003 年為 1.27 不如台稉 9 號的 0.29 及台農 67 號的 0.64；碾米品質台農育 861025 號的糙米率分別為 82.9%及 82.2%，與米質對照品種台稉 9 號沒有顯著差異，完整米率在 2002 及 2003 年為 63.2%及 57.1%，低於台農 67 號及台稉 9 號，粒長在 5.510 mm 以下，長寬比在 2.10 以下，都與台稉 9 號相似；第二期作台農育 861025 號的白米透明度平均 4 級，優於台稉 9 號的 3.5 級，及台農 67 號的 3.3 級，米粒心腹背白在 2002 年為 1.06 不如台稉 9 號的 0.63，優於台農 67 號的 1.63，在 2003 年為 0.93，優於台稉 9 號的 0.98，不如台農 67 的 0.59，其中尤其是腹白偏高；糙米率分別為 82.3%及 81.8%，完整米率為 71.8%及 73.0%，與米質對照品種台稉 9 號沒有明顯差異存在。另與烹調及食用品質相關項目上，台農育 861025 號的糊化溫度在兩期作都為 L，直鏈澱粉含量、粗蛋白質含量及凝膠展延性都與台稉 9 號差異不明顯（詳見表 11）。

食味評品乃以彰化縣大村鄉試驗點生產之稻米為材料，由台中區農業改良場進行米質檢定，台農育 861025 號的米飯食用品質總評兩年四期作均屬 B 級，即，新品系之米飯食用品質與良質米推廣品種台稉 9 號相同。在評量的項目中，除 2003 年第一期作台農育 861025 號的黏性呈 C 級及硬性呈 A 級較台稉 9 號不黏及硬外，其餘評量性狀之等級都與台稉 9 號相同，顯示台農育 861025 號的米飯食用品質與台稉 9 號相同（表 12）。

討 論

以疊氮化鈉處理水稻品種日本晴 (Nihonbare) 種子，發現有葉綠素含量變異，延遲抽穗、短悍、矮化、短穗、不稔的誘變效果，並由葉綠體的誘變效果建議種子處理前先浸水 6 小時，再以 10^{-1}M 處理可得到較大誘變率 (Hasegawa & Inoue 1980)，種根長度和結實率可作為實用處理時間的指標 (Chern & Huang 1984)。疊氮化鈉誘變品系 TM6 在 1993 年以稻熱病分離之 136 菌株進行抗性檢定接種，結果對 70.8%的分離菌株呈抗性反應 (張義璋，未發表)。1995 年第一、二期作進行 1-3 型褐飛蝨及白背飛蝨抗性檢定，結果對褐飛蝨呈穩定的抗性反應 (R 級)，對白背飛蝨成中抗反應 (MR 級)（陳治官，未發表），顯示台農 75 號的母本 TM6 具有良好的抗病、蟲性。

台農 75 號對於西部葉稻熱病菌（嘉義市）呈 R-MR 級反應，對於穗稻熱病菌呈 R 級反應，對於東部葉稻熱病菌（關山鎮）的抗性呈 MR 級反應，對於穗稻熱病菌呈 MS 級反應，明顯優於對照品種及親本台稉 2 號，顯示其已經將 TM6 的優良稻熱病抗性保留。對於褐飛蝨及斑飛蝨的抗性呈 R-MR 級反應，抗性穩定性表現佳，對白背飛蝨的抗性亦呈 MR 級反應，抗蟲表現極明顯較對照品種及親本台稉 2 號佳，亦顯示其已經成功的轉移 TM6 的抗蟲性。台農 75 號的穀粒千粒重在第一期作達 27.2 g，第二期作為 26.9 g，明顯較台農 67 號的 25.4 及 25.1 g 重，所以台農 75 號是屬於大穀粒的品種，能夠迎合農民的品種需求。穗上發芽率在第一期作的平均呈 3 級，第二期作呈 5 級，明顯優於對照品種台農 67 號的 6.3 級及 7.7 級，其又不具有休眠性，對於應對第一期作的連續梅雨衝擊的能力顯然較高，農民栽培本品種發生穗上發芽的風險較低。在米飯的食味表現上，台農 75 號的表現與台稉 9 號沒有差異，顯示其也保留了親本台稉 2 號的優良米質特性。因此，台農 75 號是一個成功將雙親特性予以充分結合所選育而成的稉型水稻新品種。

表 11. 水稻台農 75 號（台農育 861025 號）的米粒理化特性

Table 11. Performance of physicochemical characteristics of Tainung rice No. 75 (Tainung yu 861025)

Variety (line)	Year	Test weight (g/l)	Water content (%)	Milling quality		Grain appearance						Cooking andeating quality			
				Brown rice (%)	Head rice (%)	Brown rice length	Brown rice shape	Transluceancy	White center	White berry	White back	Gelatinization temperature	Amylose content (%)	Protein content (%)	Gel Consistency (mm)
1st crop season															
Tainung yu 861025	2002	567.8	13.9	82.9	63.1	S[y]	B[z]	4.0	0.74	0.06	0.12	6L	16.9	6.27	93S
	2003	536.1	12.9	82.1	57.1	S	B	3.5	0.26	1.01	0.00	6L	17.9	6.99	96S
	Mean	552.0	13.4	82.5	60.1	S	B	3.8	0.50	0.50	0.10	6L	17.4	6.63	95S
Taikeng No. 9	2002	553.0	14.2	81.6	68.5	S	B	3.0	0.29	0.69	0.00	6L	17.0	6.34	96S
	2003	555.4	12.6	82.6	62.2	S	B	3.5	0.14	0.15	0.00	6L	17.2	6.34	98S
	Mean	554.2	13.4	82.1	65.4	S	B	3.3	0.22	0.40	0.00	6L	17.1	6.34	97S
Tainung No. 67	2002	548.6	14.1	82.0	68.9	S	B	3.0	0.26	0.95	0.00	6L	17.3	6.38	91S
	2003	562.8	12.5	82.8	67.8	S	B	3.5	0.36	0.28	0.00	6L	18.3	6.10	91S
	Mean	555.7	13.3	82.4	68.4	S	B	3.3	0.31	0.60	0.00	6L	17.8	6.24	91S
2nd crop season															
Tainung yu 861025	2002	558.1	14.0	82.3	71.7	S	B	4.0	0.04	1.02	0.00	6L	19.7	6.26	89S
	2003	563.9	13.7	81.8	73.0	S	B	4.0	0.18	0.75	0.00	6L	19.3	6.37	88S
	Mean	561.0	13.9	82.1	72.4	S	B	4.0	0.11	0.90	0.00	6L	19.5	6.30	89S
Taikeng No. 9	2002	553.2	13.6	82.2	71.2	S	B	4.0	0.19	0.17	0.00	6L	19.1	6.20	90S
	2003	592.5	14.2	82.1	73.4	S	B	3.0	0.31	0.67	0.00	6L	18.9	6.37	96S
	Mean	572.9	13.9	82.1	72.3	S	B	3.5	0.25	0.42	0.00	6L	19.0	6.29	93S
Tainung No. 67	2002	539.9	13.8	82.2	70.0	S	B	3.5	0.58	1.05	0.00	6L	19.7	6.35	93S
	2003	572.0	13.5	82.1	72.4	S	B	3.0	0.33	0.26	0.00	6L	19.4	6.62	92S
	Mean	555.9	13.6	82.1	71.2	S	B	3.3	0.50	0.70	0.00	6L	19.6	6.49	93S

[z] length and width ratio. S (slender)=over 3.0, M (medium)=2.01 to 2.99, B (bold)=less than 2.0.

[y] VL (extra long)=more than 7.50 mm, L (long)=7.06 to 7.50.mm, M (medium)=6.101 to 6.609.mm, S (short)=less than 5.51 mm.

表 12. 水稻台農 75 號（台農育 861025 號）的食味品評

Table 12. Performance of palatability of Tainung rice No. 75 (Tainung yu 861025)

Year	Rice variety	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Over all
1st crop season							
2002	Tainung yu 861025	B[z]	B	B (-0.046)	B (-0.046)	B (0.182)	B
	Taikeng No. 9	B	B	B	B	B	B
	Tainung No. 67	B	B (-0.063)	B (-0.063)	B (-0.063)	B (0.233)	B (-0.063)
2003	Tainung yu 861025	B (-0.056)	B	B (-0.056)	C (-0.333)	A (0.333)	B (-0.167)
	Taikeng No. 9	B	B	B	B	B	B
	Tainung No. 67	B	B	B	B	B (-0.056)	B
2nd crop season							
2002	Tainung yu 861025	B (0.154)	B	B	B	B (0.091)	B
	Taikeng No. 9	B	B	B	B	B	B
	Tainung No. 67	B (0.046)	B	B	B (-0.046)	B (-0.063)	B (-0.046)
2003	Tainung yu 861025	B	B	B	B	B (-0.175)	B
	Taikeng No. 9	B	B	B	B	B	B
	Tainung No. 67	B	B (-0.056)	B (-0.125)	B (-0.181)	B (0.111)	B (-0.181)

[z] A= better than check variety, B= same as check variety, C= less than check variety.

台農 75 號的生育日數與台農 67 號相近，屬於中晚熟品種，株高較台農 67 號高約 3-4 cm，其抗倒伏性又不如台農 67 號，所以其不是一個耐肥性強的水稻品種。又雖然台農 75 號在第一期作的糙米率與台稉 9 號或台農 67 號差異不明顯，但完整米率都偏低，在第二期作的糙米率及完整米率則與對照品種差異不明顯，有可能在特定期作會顯現品種間完整米粒的差異。另，台農 75 號在第一期作的心、腹、背白總和較對照品種高，尤其是腹白，顯示台農 75 號的米粒外觀表現受栽培環境的影響大，在進行田間管理時宜特別注意。

從區域試驗資料發現，台農 75 號在兩期作的平均稻穀產量表現與台農 67 號沒有明顯差異存在，在參試區中以嘉義試區表現最佳，屏東試區次之，顯示本品種適合南部水稻栽培區，未來可以考量在此二區域優先推廣。而一穗粒數是台農 75 號在稻穀產量表現的主要限制因子，若欲穩定其稻穀產量，在栽培管理上必須注意幼穗分化期的肥培管理。

肥培管理上，以投資報酬率衡量新品種的氮肥施用效率，以每施用一元氮素所獲得利益計算，第一期作台農 75 號的報酬效益處理間呈正值，施氮量由 80 kg/ha 增加至 120 kg/ha 時效益最大，每施用一元氮素有 17.1 元產值，施用一公斤的氮肥可以有 714.7 元產值，但施氮量由 120 kg/ha 增加至 160 kg/ha，每施用一元氮素只獲得 13.2 元產值，一公斤氮肥只有 552.0 元產值，隨著施氮量的增加，氮肥效益逐漸減低；與對照品種的氮肥施用效率隨著施氮量的增加而增加，台農 75 號不是屬於耐肥性強的品種，在第一期作的最適氮肥用量為 120 kg/ha。第二期作台農 75 號的報酬效益處理間亦呈正值，當施氮量從 120 kg/ha 增加至 160 kg/ha 時，氮素效益達 3.3 元，當施氮量從 160 kg/ha 增加至 200 kg/ha 時，氮素效益只有 1.1 元，顯示台農 75 號在第二期作的最適氮肥用量為 160 kg/ha，此氮肥推薦用量不但可以讓台農 75 號的產量潛能獲得發揮，稻米品質亦能獲得維持，故不宜過量施用，適時施用氮肥比增量的成效更顯著。

近年來推廣的水稻新品種，其抗病、蟲的檢定資料都有不錯的表現，但在推廣後不久，抗性能力就迅速崩解，致使品種的抗病、蟲性受到重視的程度不若以往，甚至有一種研究人員認爲加強新品種的抗病、蟲能力只是徒勞無功。其實，病、蟲害的生理小種演變快速，病蟲與品種具有共演化的關係，品種抗性的維持不易，收集不同遺傳背景進行抗病、蟲基因的堆疊 (gene stacking)，對於抗性能力的維持時間會有正面的幫助。TM6 的病、蟲害抗性是台農 67 號以疊氮化鈉造成突變所產生的單株，雖然其發生突變的基因尚不清楚，也不知道抗性基因是不是與已知者相同，但是其抗病、蟲性的能力卻無庸置疑，現在已經將其抗性轉移至台農 75 號中，擴大了栽培品種的抗性遺傳背景，也改善品種的抗病蟲能力。台農 75 號的稻穀產量表現與對照品種台農 67 號差異不顯著，米飯食味與對照品種台稉 9 號沒有差異，對主要的病蟲害檢定資料又具有穩定的抗性，本品種若能推廣在有機栽培上，相信能更有效控制田間病蟲害的發生，對於國內水稻有機產業的發展會有正面的助益。

誌　　謝

本品種育成是一個團隊合作的成果，感謝改良場所的稻作好友林孟輝、林芳洲、黃振增、陳素娥、許志聖、呂坤泉、許愛娜、洪梅珠、林金樹、楊嘉凌、林國清、吳炳奇、吳文政、羅正宗、陳紹崇、邱明德、吳志文、邱運全、黃秋蘭、江瑞拱、宣大平、李超運、潘昶儒、陳隆澤、陳一心、吳永培、黃守宏、鄭清煥、呂椿棠等的熱心協助。

引用文獻 (Literature cited)

Anonymous. 1989. Annual report of rice improvement. Department of Agriculture and Forestry of Taiwan Provincial Government. Nantou, Taiwan. 732 pp. (in Chinese)

Awan, A. M., C. F. Konzak, J. N. Rurger, and R. A. Nilan. 1980. Mutagenic effects of sodium azide in rice. Crop Sci. 20(5):663-668.

Ayres, N. M., and W. D. Park. 1994. Genetic transformation of rice. Crit. Rev. Plant Sci. 13(3):219-239.

Chern, C. G., and C. S. Huang. 1984. Mutagenic efficiency of sodium azide on rice variety Tainung 67. J. Agric. Res. China 33(4):345-353. (in Chinese with English abstract)

Finley, K. W., and G. M. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in plant breeding program. Aust. J. Agric. Res. 14:742-757.

Hasegawa, H., and M. Inoue. 1980. Effects of sodium azide on seedling injury and chlorophyll mutation in rice. Jpn. J. Breed. 30(4):301-308.

Kleinhofs, A., C. Sander, R. A. Nilan, and C. F. Konzak. 1974. Azide mutagen-mechanism and mature of mutants produced. p.195-199 in Polyploidy and Induced Mutations in Plant Breeding (Joint FAO/IAEA Division ed.) international Atomic Energy Agency, Vienna.

Mackill, D. J. 2003. Biotech won't soon replace 'conventional' breeding. p.34 in: Rice Today 2003.2(1), IRRI press, Los Banos, Laguna, Philippines.

IRRI. 1996. Standard Evaluation System for Rice. IRRI press, Los Banos, Laguna, Philippines. 52 pp.

Singh, R. B., R. S. N. Pillai, and H. Kumar. 1981. Induced translocations in safflower. Crop Sci. 21(6):811-815.

Song, S. 1978. Study of classification of rice grain in Taiwan. Bulletin of Taichung District Agricultural Research and Extension Station 2:26-31. (in Chinese with English abstract)

Wang, C. S., T. H. Tseng, and C. Y. Lin. 2002. Rice biotech research at the Taiwan Agricultural Research Institute APBN 6:950-956.

Zhai, W. X., W. M. Wang, Y. L. Zhou, X. B. Li, X. W. Zheng, Q. Zhang, G. L. Wang, and L. H. Zhu. 2001. Breeding bacterial blight-resistant hybrid rice with the cloned bacterial blight resistance gene Xa21. Mol. Breed. 8:285-293.

Tainung rice No.75: a New Japonica Type Rice Variety[1]

Ming-Hsin Lai[2], Charng-Pei Li[2], Ching-Shan Tseng[3], Hsin-Mu Yen[2], Woei-Shyuan Jwo[2], Tung-Hai Tseng[3] and Chyr-Guan Chern[2,4]

Abstract

Lai, M. H., C. P. Li, C. S. Tseng, H. M. Yen, W. S. Jwo, T. H. Tseng, and C. G. Chern. 2007. Tainung rice No.75: a new japonica type rice variety. J. Taiwan Agric. Res. 56:79-98.

A new japonica type rice variety, Tainung No.75, was registered in the second crop season of 2006. The variety, possessing the merits of both parents, has good eating quality and is resistant to multipests including rice blast, brown planthopper, white backed planthopper and small brown planthopper. The female parent TKM, a mutated progeny of rice Tainung No.67 induced by mutagen sodium azide, has a wide range of resistance to rice blast, brown planthopper type I, II, and III, white backed planthopper, and small brown planthopper. The male parent Taikeng No.2 has excellent eating quality. The new rice variety was developed after 10-year selection and evaluation. There was no significance difference between rice Tainung No.75 and rice Tainung No.67 (variety for yield check) in grain yield, and no significant difference between Tainung No.75 and Tainkeng No.9 (variety for panel check) in panel test. There was no obvious change in eating quality when the grain was stored at room temperature for 3 months. The variety is suitable for organic cultivation due to its traits strong resistance to multi-major pests.

Key words: Rice, Sodium azide, Mutant, Taikeng No.2, Tainung No.75.

---

1. Contribution No. 2285 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: April 25, 2007.
2. Reepectively, Assistant Researcher, Assistant Researcher, Assistant Researcher, Assistant Researcher, and Assistant Researcher ,Crop Science Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Associate Researcher, Biotechnology Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail:cgchern@wufeng.tari.gov.tw; Fax:(04) 23399544.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 56(2):99~106 (2007)

山藥根腐線蟲不同接種方法之評估[1]

倪蕙芳[2]　許淑麗[2]　楊宏仁[2,3]

摘　要

倪蕙芳、許淑麗、楊宏仁。2007。山藥根腐線蟲不同接種方法之評估。台灣農業研究 56:99-106。

根腐線蟲爲台灣山藥主要線蟲病害之一，造成山藥嚴重損失，2001 年發現以來一直爲山藥栽培之重要限制因子。本研究所調查之山藥含各地方栽培品種，其中來自中埔之地方種原生-2、山藥台農五號（中埔紅龍）、甲仙、玉井、杉林、梅山地方品種、陽明山白皮白肉種、大汕、紫玉血薯、名間長紅等田間所栽培之薯塊即已發現遭根腐線蟲感染。爲調查不同山藥對根腐線蟲之抗感病性，本研究同時比較山藥根腐線蟲三種人工接種方式，結果顯示直接利用山藥之病薯皮切碎或進一步打成汁液後進行接種試驗時，較以分離之線蟲懸浮液進行接種者可以在短時間內增加根腐線蟲族群，從而縮短品種或品系間抗感病性試驗之時間。同時以病薯皮接種較將病薯皮打成汁液或分離線蟲懸浮液方便許多，可應用在未來大規模篩選山藥抗根腐線蟲之試驗及其它內寄生潛移性線蟲研究之參考。

關鍵詞：接種方法、根腐線蟲、山藥。

前　言

山藥 (Yam, *Discorea* spp.) 爲薯蕷科 (Discoreaceae) 之蔓性塊莖類作物，其地下部之塊莖部位爲主要之食用及藥用之所在。山藥主要分佈在熱帶地區，其中以中南美洲爲最多，次爲東南亞及非洲，全世界至少有 600 個種 (Kung *et al*. 1999)。在台灣薯蕷屬植物有 14 個種及 4 個變種 (Liu *et al*. 1996)。

山藥栽培所面臨之線蟲病害問題，國外有記載者主要爲山藥螺旋線蟲 (Yam nematode, *Scutellonema bradys* Steiner & LeHew, 1933) 所引起之山藥乾腐病 (dry rot disease) (Baimey *et al*. 2005; Kwoseh *et al*. 2002; Luc *et al*. 2005; Siddiqi 1972)，此病害在國外主要栽培地區普遍發生，對山藥之栽培有極大的影響，而台灣是少數沒有此種線蟲分佈之地區 (Tsay 1995)，但卻面臨南方根腐線蟲 (*Pratylenchus coffeae* Zimmermann, 1898) 的嚴重威脅；根腐線蟲爲植物內寄生潛移性線蟲，寄主範圍很廣，在台灣一些常見之糧食作物、特用作物、蔬菜、果樹、花卉、樹木等共計 88 種作物以上曾於根圈土壤中發現根腐線蟲之存在 (Wu 1998)，依據 Tsay (1996) 十餘年來調查主要蔬菜、花卉、果樹、根莖薯類及特用作物，發現南方根腐線蟲是引起作物連作障害之重要因子之一。而此線蟲在台灣對山藥造成之危害則於 2001 後才陸續被發現，並經中興大學蔡東纂教授鑑定爲南方根腐線蟲 (*P. coffeae*) (Lin 2006)。本病害主要發生於連作 2 至 3 年後的山藥田，近年由於栽培制度

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2286 號。接受日期：2007 年 5 月 1 日。
2. 本所嘉義分所植保系助理研究員、研究助理與副研究員兼系主任。
3. 通訊作者，電子郵件：yhr@dns.caes.gov.tw；傳真機：(05) 2766019。

趨於棚架及有機栽培，因此無法輪作或用藥，以致本病害發生嚴重。由根腐線蟲所引起之山藥塊莖表面有許多深淺不一之裂痕、裂口有木栓化情形、以手指輕壓會有海棉狀之感覺，其橫切面自表皮往內層呈現黑褐色乾腐，乾腐之深度隨山藥品種之不同會有些微之差異。山藥根腐線蟲之傳播方式主要是由種薯帶原傳播，由於南方根腐線蟲會於採收後的山藥塊莖內繼續存活及繁殖，因此種薯成為此線蟲蔓延及遠距傳播之重要因子，另外田間土壤中殘存之線蟲亦為山藥感染根腐線蟲之重要因子，目前本病之防治方式與其它植物病原線蟲防治方式大同小異，主要為進行輪作、淹水或休耕、種植清潔種苗、種薯溫水處理、栽植抗病或耐病品種及應用化學藥劑等 (Tsay 1996)，其中在兼顧山藥產量及品質的條件下，選擇對根腐線蟲具有抗病或耐病的品種是最簡單經濟的方法，在波多黎各 (Puerto Rico) 當地，*D. alata* cv Florido 被認為是對 *P. coffeae* 和 *S. bradys* 頗具有抗性之品系 (Ayala and Acosta 1971)。台灣地區具有許多質優高產之品系，然其對山藥根腐線蟲之抗感病性仍有待評估。

本研究乃為在進行山藥不同品系抗根腐線蟲篩選時，評估其人工接種時，何種根腐線蟲之接種方式最為省時與恰當，一般線蟲之接種源不外乎來自病土、感染之植物組織、罹病組織進一步分離之線蟲懸浮液等幾種方式，不同之接種方式可能由於線蟲殘存及繁殖會導致不同的感染程度，進而影響試驗之時間及結果，因此本研究擬就三種根腐線蟲接種於山藥之方式，進行評估其於植株上之繁殖差異性及其對植株生長之影響，以為未來相關山藥根腐線蟲試驗研究之參考。

材料與方法

山藥根腐線蟲之分離

由台灣各地收集各種山藥地方栽培種或已知之品種，調查其罹線蟲病害之情形，另外挑取外觀或切面具有顯著根腐線蟲感染病徵之山藥，削其薯皮稱重後，利用改良式柏門式漏斗法，分離其每克薯皮中之線蟲量，並將薯塊切面進行病徵照相。

山藥之栽培

本試驗以山藥台農五號（紅龍）及大汕種作為測試之山藥，將此兩種山藥之薯塊以溫水處理殺滅可能存在之線蟲後，切成約 3×3 cm 小塊進行催芽，將所得到之幼苗定植於內含栽培土壤（土：砂：泥炭土=1:1:1），內徑 26 cm、高度 33 cm 的盆缽中，置於溫室中培養。

根腐線蟲之來源及接種方式

根腐線蟲之來源主要來自中埔地區之台農 5 號（紅龍）山藥薯塊，採集罹患根腐線蟲之病薯，削下薯皮切成約 0.5×0.5 cm 小塊，將其混合均勻，以改良式柏門氏漏斗分離方法測出每 20 g 薯塊皮所含之線蟲量。本試驗中所製備之病薯皮平均每公克薯皮含有 134 隻根腐線蟲；定量接種含 1000 隻線蟲之薯皮（病薯皮約需 7.5 g）於已栽植山藥之盆缽內，此為本研究第一種線蟲接種方式。第二種線蟲接種方式則為將柏門氏漏斗分離之線蟲懸浮液直接定量 1000 隻線蟲接種於盆缽中，此為一般線蟲接種常用之方法。第三種方式為將定量 1000 隻線蟲之病薯皮（病薯皮約需 7.5 g）以果汁機瞬間打碎後再接種於山藥盆缽中。本試驗每處理 5 重覆。

調查

不同方式接種線蟲後之山藥植株於接種後第 1、3、5、7 個月分別調查 100 g 土壤中線蟲之密度，並於第 7 個月，山藥落葉後，調查土壤線蟲密度外，一併調查結薯重、薯周徑、薯皮含根腐線蟲之量，並進行薯塊之照相。

結果

本研究收集各地栽培之山藥品種中，中埔之地方種原生-2、甲仙、玉井、杉林、梅山地方品種、陽明山白皮白肉種、大汕、紫玉血薯等所收集來之薯塊皆感染根腐線蟲。山藥根腐線蟲感染山藥後會因品種不同，病徵上有所差異，本研究所收集之不同種山藥感染根腐線蟲之病徵如圖 1 所示。以山藥台農五號（紅龍）而言，薯皮塊莖上會有深淺不一之裂口，裂口處會有黑褐色腐敗組織裸露而呈木栓化情形，定量每公克表皮含量有高達 7,480 隻線蟲者、另外名間長紅山藥病薯之蟲量可達每公克薯皮 3278 隻，而中埔原生 3 地方栽培種山藥約為每公克病薯皮 826 隻線蟲。

本試驗以感染線蟲之山藥薯皮、線蟲懸浮液及經果汁機打碎之感染線蟲薯皮三種方式分別接種於山藥植株後調查其對山藥感染線蟲之影響，並於接種後不同時間進行土壤線蟲量之計數，結果發現以山藥台農五號（紅龍）而言，其利用病薯皮或病薯皮打汁接種山藥後第三個月時，其土壤內之線蟲量已分別達每百克土壤 2,984 及 1,724 隻線蟲，而利用線蟲懸浮液做為接種源者其土壤線蟲量僅有每百克土壤約 80.8 隻左右。接種後第五個月，利用病薯皮及病薯皮打汁接種山藥者，其土壤內之線蟲量則分別為每百克土壤 1,968 及 2,818 隻線蟲，而利用線蟲懸浮液做為接種源者其土壤線蟲量僅每百克土壤約 570 隻左右（圖 2），接種線蟲懸浮液者須至接種後七個月後，土壤之根腐線蟲量

圖 1. 不同品種之山藥塊莖被根腐線蟲侵染後之病徵：(A) 嘉義市場購買之山藥 (B) 台農五號（紅龍）；(C) 名間長紅；(D) 嘉義原生。

Fig. 1. Disease symptoms of tubers of different yam cultivars attacked by *Pratylenchus coffeae*. (A) Yam from Chiayi market; (B) Tainung No.5 (Hong Long); (C) Ming Jian Chang Hong, and (D) Chiayi local cultivar.

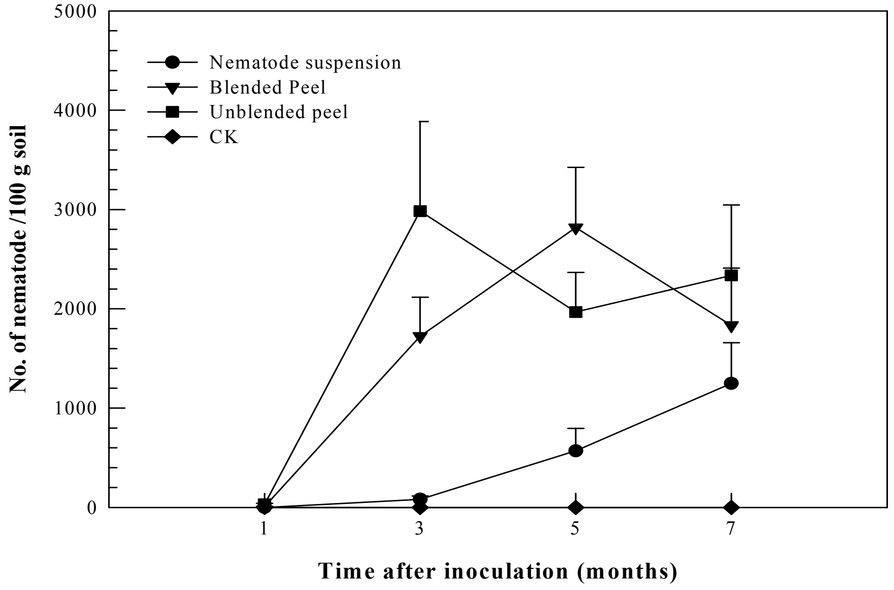

圖 2. 不同接種方式對根腐線蟲在台農 5 號（紅龍）山藥塊莖內繁殖之影響。

Fig. 2. Effect of different inoculation methods on multiplication of *Pratylenchus coffeae* in the tubers of Tainung No.5 (Hong Long) yam inoculated with 1000 nematodes per plant.

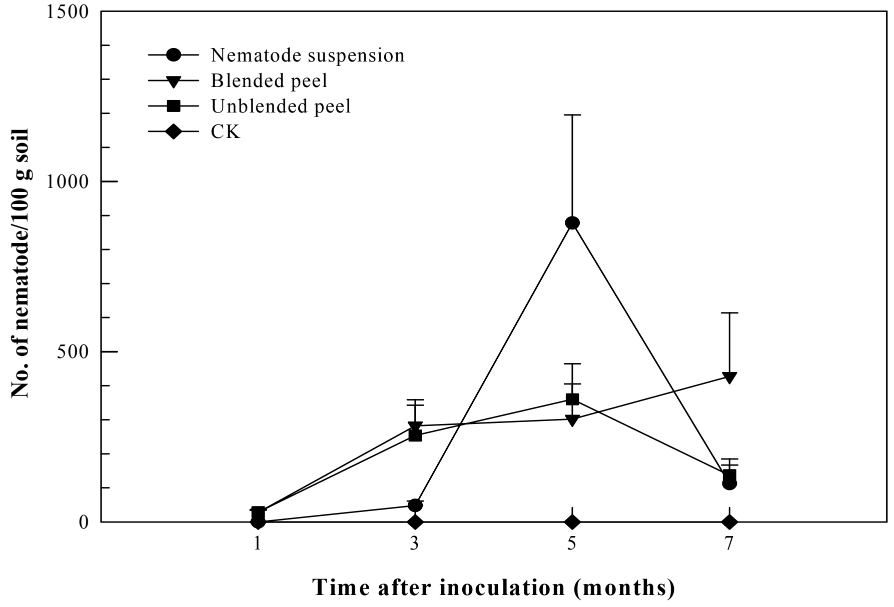

圖 3. 不同接種方式對根腐線蟲在大汕山藥內繁殖速率之影響。

Fig. 3. Effect of different inoculation methods on multiplication of *Pratylenchus coffeae* in the tubers of Dai Shan yam inoculated with 1,000 nematodes per plant.

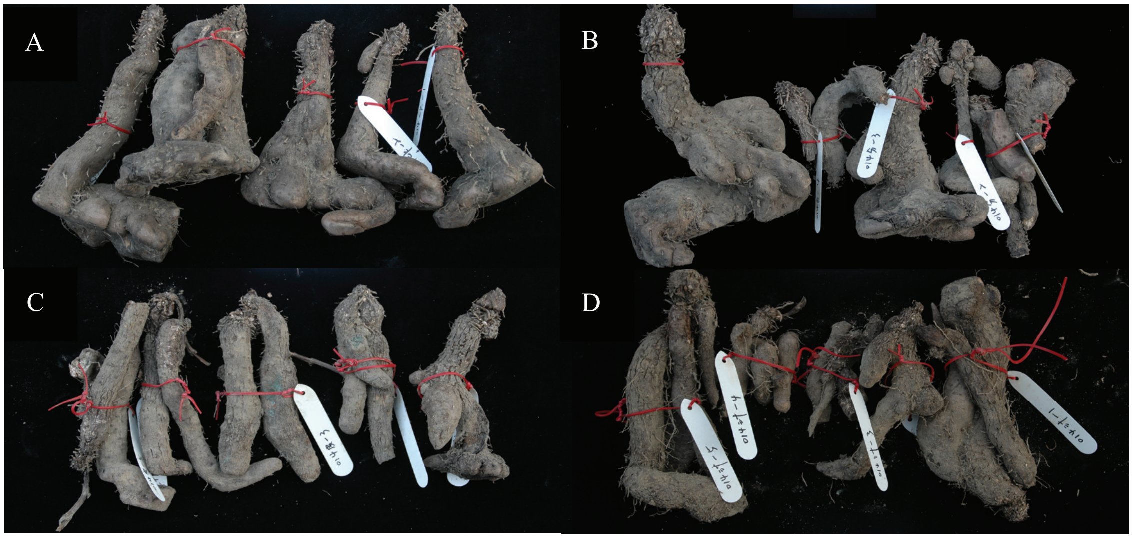

圖 4. 不同接種方式對台農五號（紅龍）山藥感染根腐線蟲後結薯之影響：(A) 未接種線蟲之對照組；(B) 接種線蟲懸浮液；(C) 接種病薯皮；(D) 接種病薯皮汁液。
Fig. 4. Effect of different inoculation methods on tuberlization of Tainungn No.5 (Hong Long) yam. (A) non-inoculation as control; (B) inoculated with nematode suspension; (C) inoculated with unblended diseased peels; (D) inoculated with blended diseased peel suspension.

方急遽攀升。然若以大汕品種而言，同樣在接種後 3 個月，利用病薯皮及病薯皮打汁做爲接種源之山藥，其土壤內之根腐線蟲量已分別達每百克土壤 254 及 282 隻，較線蟲懸浮液接種者，每百克土壤僅有 48 隻線蟲者顯著增加許多，於接種 5 個月時則三種接種方式對線蟲之繁殖量已無顯著差異（圖 3）。於接種後七個月時，除了調查線蟲之繁殖量，並一併採收薯塊調查薯皮之線蟲量、薯重及薯周徑，結果顯示，不同接種方式對紅龍及大汕山藥之薯皮內線蟲繁殖量已無顯著差異，然而對於紅龍山藥接種病薯皮之處理則發現薯的周徑顯著低於其它兩種利用病薯皮打汁及線蟲懸浮液接種之處理，至於在薯重、薯數則無顯著差異；另外在大汕之接種分析上則是不同接種方式對薯周徑、薯重、薯數在統計上均無顯著差異（表 1），然若由圖 4 所示，以紅龍山藥而言，利用病薯皮進行接種，五重複所得之山藥薯塊大小較爲均一，不若以病薯皮打汁或以分離蟲接種者重複間差異極大。

討　　論

進行植物病理學相關探討時，正確且方便的接種方式一直是試驗重要之前題。尤其在進行植物寄生性線蟲試驗時，如何確保土壤中的接種源能在死亡之前順利感染植株確實是一道難題。以本研究所探討之山藥根腐線蟲爲一植物內寄生潛移性線蟲，其以山藥之根系及薯塊爲主食，線蟲在土壤中之族群量常爲線蟲是否繁殖及感染植物之指標。爲探討山藥品種系間對此線蟲之抗性，以及未來抗病育種之材料，篩選較佳且方便之接種方式有其必要性，爲此吾人嘗試以感染根腐線蟲之病薯皮切碎後直接做爲接種源，結果發現此種接種源方式不論在山藥台農五號（紅龍）或大汕種山藥上，

表 1. 不同根腐線蟲接種方式對台農 5 號 (Hong Long) 山藥及大汕 (Da Shan) 山藥生長之影響
Table 1. Comparison of growth of Hong Long and Dai Shan yam cultivars inoculated with *Pratylenchus coffeae* under different methods in the greenhouse 7 months after planting

Inoculation method [z]	Tuber circumference (cm)		Number of tubers/plant		Tuber weight (g/plant)	
	Da Shan	Hong Long	Da Shan	Hong Long	Da Shan	Hong Long
Control	16.5 a	19.14 a	1.2 b	1.6 a	260 a	371 a
Nematode suspension	11.3 b	15.3 ab	1.4 b	1.6 a	191 ab	331 a
Blended peels	10.2 b	10.5 bc	1.2 b	2.6 a	92 b	172 a
Unblended peels	12.2 b	8.7 c	2.0 a	1.8 a	187 ab	128 a

[z] Each pot soil was inoculated with about 1000 nematodes mixed of juveniles and adults.

均可以於接種後三個月使線蟲在土壤中之族群量分別達每百克土壤 3,000 隻及 250 隻左右的數量，而若將病薯皮打成汁液讓其線蟲易於游動出來再做爲接種源者，其土壤內線蟲之數量與上述以病薯皮接種者並無顯著差異，反之，若將病薯皮切碎後再經柏門氏漏斗分離法將線蟲分離出來，再將其定量接種於山藥，則發現土壤中之線蟲量相當低，每百克土壤僅 80 隻及 50 隻左右，與前兩者接種方式相比較，顯然利用分離線蟲做爲接種源對於此線蟲之繁殖較爲不利，推測其原因，可能是病薯皮內之線蟲，由於仍有少量之薯皮做爲庇護，可以有較充裕的時間和食物維持生命以尋找新的寄主來源，而分離線蟲接種於土壤中隨即面對食物及環境之壓力，因此必需在短時間內即侵入山藥，否則必定會造成分離蟲在土壤中較大之死亡率，因此雖然定量 1,000 隻之線蟲接種於土壤中，最後成功侵染之線蟲量必遠低於此接種量，使得線蟲之繁殖必需耗費較長之時間方能達到一定之數量，因此於接種五個月後，土壤內之線蟲量繁殖狀況仍顯著不及以病薯皮接種者，此結果與國外在研討 *Scutellonema bradys* 侵染山藥時有關接種方式之探討結果是一致的 (Baimey *et al*. 2005)。唯一不同的是根腐線蟲之線蟲懸浮液接種在山藥上之族群於接種後七個月調查時，其線蟲量能達到與病薯皮或薯皮汁液接種時無差異，而在 *S. bradys* 試驗中，山藥於接種線蟲懸浮液 9 個月，其繁殖量仍很低 (Baimey *et al.* 2005)，究其原因，可能由於 *S. bradys* 與 *P. coffeae* 在不同品種山藥上之增殖速度不同有關，而大汕山藥及紅龍山藥分別接線蟲懸浮液 5 及 7 個月後，土壤中線蟲量有急劇攀升之情形，其原因則可能由於利用病薯皮或病薯汁液接種者，由於在接種後 3 個月線蟲量即已大量繁殖導致山藥結薯不理想，影響線蟲後期以薯塊做爲食物之來源，反之利用線蟲懸浮液做爲接種源者，接種後線蟲繁殖雖較低，然而當山藥結薯時，線蟲食物來源驟增，可能爲導致線蟲迅速繁殖之原因，另外由研究結果顯示根腐線蟲在紅龍及大汕山藥之繁殖有極大之差異，顯示在對根腐線蟲之感病性而言，紅龍是較大汕感病的品種，此與筆者實際田間觀察之結果相吻合。

綜合言之，利用病薯皮及病薯皮汁液直接進行根腐線蟲之接種可以有效縮短試驗之時間，可以在接種後 3 個月，即可初步了解線蟲在山藥感染之情形，不需等待山藥漫長之生長結薯後再進行評估，於未來進行山藥抗線蟲病害篩選時，可做爲相關試驗之參考。

引用文獻 (Literature cited)

Ayala, A. and N. Acosta. 1971. Observations on yam (*Dioscorea alata*) nematodes. Nematropica 1:39-40.

Baimey, H., D. Coyne, and N. Labuschagne. 2005. Assessment of inoculation methods in evaluating response of yam cultivars to infection by *Scutellonema bradys*. Nemalotology 73:375-379.

Kung, T. L., S. T. Wu, and F. S. Thseng. 1999. Variation of plant characteristics of wild yam *Dioscorea pseudojaponica* and *D. doryophora* in Taiwan. Bull Taoyuan Dist. Agric. Impro. Sta. No. 37:1-13. (in Chinese with English abstract)

Kwoseh, C., R. A. Plowright, and J. Bridge. 2002. The yam nematode: *Scutellonema bradys*. P.221-228. *In*: Plant Resistance to Parasitic Nematodes. CABI publishing. NewYork. 258 pp.

Lin, G. C. 2006. The Occurrence, Identification and Quarantine Control of Yam Nematode Diseases in Taiwan. Department of Plant Pathology. National Chung Hsing University. Master Thesis. Taichung, Taiwan. 61 pp. (in Chinese with English abstract)

Liu, S. Y., J. Y. Wang, Y. T. Shyu, M. F. Hu, H. R. Yang, and C. C. Ho. 1996. The development of yam new variety Tainung No. 2. J. Agric. Res. China 45:260-284. (in Chinese with English abstract)

Luc, M., R. A. Sikora, and J. Bridges. 2005. Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. CAB International. Wallingford, Oxon, UK. 629 pp.

Tsay, T. T. 1995. Quarantine of plant-parasitic nematodes. Plant Pathol. Bull. 4:43-59. (in Chinese with English abstract)

Tsay, T. T. 1996. Occurrence and control strategies of crop soil sickness due to plant parasitic nematodes. Plant Pathol. Bull. 5:113-128. (in Chinese with English abstract)

Wu, H. S. 1998. Identification, Distribution and Ecology of *Pratylenchus* spp. in Taiwan. Department of Plant Pathology. National Chung Hsing University. Master Thesis. Taichung, Taiwan. 87 pp. (in Chinese with English abstract)

Siddiqi, M. R. 1972. *Scutellonema bradys*. C I H Description of Plant Parasitic Nematodes, Set 1, No. 10. Commonwealth Institute of Helminthology Pub. st. Albans, Herts, England. 2 pp.

Evaluation of Different Method for Inoculation for *Pratylenchus coffeae* on Yam[1]

Hui-Fang Ni[2], Shu-Li Hsu[2] and Hong-Ren Yang[2,3]

Abstract

Ni, H. F., S. L. Hsu, and H. R. Yang. 2007. Evaluation of different inoculation methods for *Pratylenchus coffeae* on Yam. J. Taiwan Agric. Res. 56:99-106.

The root-lesion nematode *Pratylenchus coffeae* first appeared on yams in Taiwan in 2001 and the disease has become an important limiting factor for yams production since that on. According to our field survey, the nematode attacked many yam cultivars, including Zhoung-Pu-Yuan-Sheng-line 2, Tainung No. 5 (Hong Long), Yang Ming Shan bai-pi-bai-rou, Da Shan, Zih-Yu-Xie-Shu, and Min-Jian-Chang-Hong, as well as several local varieties of Jia Sian, Yu Jing, Shan Lin and Mei Shan. In order to select a suitable method for root nematode inoculation study, three different methods were tested and evaluated. The inoculation sources used in the three methods were nematode suspension, nematode infested yam peels, nematode infested yam peel suspension. Results showed that both methods by inoculating seedlings with nematode-infected diseased-tuber peels or blended diseased peel suspension were better than the method using nematode suspension as inoculum. The population densities of *P. coffeae* in the tubers of yam Tainung No.5 and Da Shan in the former two treatments were much higher than the latter treatment 3 months after inoculation. Furthermore, inoculation with unblended diseased tuber peels is more convenient and less time consuming than the other two methods. Therefore, the diseased peel inoculation method is suitable for use in screen of yam cultivars resistant to root nematodes and other inoculation studies.

Key words: Inoculation method, Root-lesion nematode (*Partylenchus coffeae*), Yams.

---

1. Contribution No.2286 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: May 1, 2007.
2. Respectively, Assistant Researcher, Assistant, and Associate Researcher and chairperson of Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment Station, ARI, Chiayi, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, e-mail:yhr@dns.caes.gov.tw; Fax： (05)2766019.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 56(2):107~120 (2007)

微衛星DNA分子標誌應用於桃栽培種與雜交後代之遺傳相似性分析[1]

王昭月[2] 宋家瑋[3] 劉明穗[3] 歐錫坤[3,4]

摘　要

王昭月、宋家瑋、劉明穗、歐錫坤。2007。微衛星 DNA 分子標誌應用於桃栽培種與雜交後代之遺傳相似性分析。台灣農業研究 56:107-120。

桃栽培種及雜交後代計 34 個，各具有不同果實性狀，其中涵蓋有溶質、非溶質、硬質果肉；酸味、苦味；甜味、高甜味；果皮有毛、無毛等，應用微衛星 DNA 分子標誌 SSR (simple sequence repeat)；以及 ISSR (inter simple sequence repeat) 進行其遺傳相似性分析與品種鑑定。試驗結果自 17 個 SSR 引子組內，篩選得到 12 個具多型性之 SSR 引子組，分別可產生 3~9 個對偶基因，其中 UPD96-005 引子組可將本地種‘鶯歌桃’及‘八月桃’予以鑑別。進一步合併 12 個具多型性之 SSR 引子之產物計 87 個標誌片段，進行 UPGMA 分析結果可區分為兩大群集：第一群主要為‘鶯歌桃’與‘Premier’為親本之雜交後代；第二群則以‘Premier’ 與油桃 5-40N 為親本之雜交後代為主。UPGMA 群集樹狀圖分析結果顯示，桃雜交後代明顯與其母本連鎖於同一集群；另依果實糖、酸高低表現相近者，亦可聚於同一群集。綜合試驗結果顯示，微衛星 DNA 分子標誌可有效應用於桃之品種鑑定，並可輔助具有優良果實特性的雜交後代之早期選拔。

關鍵詞：桃、微衛星 DNA、遺傳相似性、果實特性。

前　言

桃 (*Prunus* spp.) 為薔薇科 (Rosaceae) 李屬 (*Prunus*) 重要果樹作物，原生於中國大陸西部山區，在中國有超過三千年栽培歷史，最早見於詩經記載。桃依植物分類可區分為六個種，其中普通桃 (*P. persica*) 是目前全球性的經濟栽培種，另包含油桃 (*P. persica* L. var. nectarine Maxim)、蟠桃 (*P. persica* L. var. compressa Bean.)、壽星桃（矮性桃）(*P. persica* L. var. densa Makino) 等。普通桃染色體 2n=16，單倍體基因組為 $0.3x10^9$ bp，約為阿拉伯芥 (*Arabidopsis thatiana*) 基因組的兩倍，是研究薔薇科植物基因組的理想材料 (Arumuganathan & Earle 1991; Baid *et al*. 1994)。

台灣桃的栽培始於民國初年自大陸廣東或福建地方引進。據台灣農業生產年報統計，近五年國內桃的栽培面積穩定維持於 2,900 公頃，年產值約 8.8 億元，是國內重要落葉果樹之一。唯台灣經濟生產的水蜜桃品種屬於高需冷性的引進品種，在高冷地栽培時容易造成土壤侵蝕、農藥、肥料與

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2287 號。接受日期 2007 年 5 月 10 日。
2. 本所生物技術組助理研究員。台灣 台中縣 霧峰鄉。
3. 本所作物組助理研究員、約僱助理、研究員兼組長。台灣 台中縣。
4. 通訊作者，電子郵件：skou@wufeng.tari.gov.tw；傳真：(04)23338162。

水源優氧化等問題。爲確保高山自然景觀與生態平衡，農業試驗所自 1980 年開始從事低需冷性水蜜桃品種之選育，以緩和山地生產問題，目前已選育出 3 個低需冷性並可於平地栽培之優良新品種 (Ou & Wen 2003; Ou & Song 2006)。

分子標誌可應用於作物遺傳分析、輔助育種選拔 (marker-assisted selection, MAS)，兼具有快速、高鑑別力等特質，已成爲作物選育或植物性狀評估的有效指標之一。MAS 標誌在桃樹育種與果實遺傳分析方面，國外已有多項選拔利用之實例，並陸續開發重要性狀指標，其中以 RAPD (random amplified polymorphic DNA)、SSR (simple sequence repeat) 以及 ISSR (inter simple sequence repeat) 利用最爲廣泛，其他尙包含 RFLP (restriction fragment length polymorphism) 與 AFLP (amplified fragment-length polymorphism) 等分子標誌 (Bergougnoux *et al*. 2002)。RAPD 分子標誌方面，可利用於輔助桃樹雜交後裔之選拔 (Pooler & Scorza 1995)，作爲桃的果型基因連鎖分析之分子指標 (Guo *et al.* 2002)。SSR 標誌亦廣泛利用於栽培種之分子鑑定 (Badenes *et al*. 2002)、指紋分析 (fingerprinting)、親緣鑑定 (Dirlewanger *et al.* 2002)，或作爲桃樹抗根瘤線蟲 (root-knot nematode, RKN) 基因篩檢之分子指標 (Bergougnoux *et al*. 2002; Yamamoto & Hayashi 2002)；並可應用於與果實特性相關的 QTL (quantitaive trait loci) 分子遺傳圖譜之建立 (Etienne *et al*. 2002)。本研究藉由微衛星 DNA 分子標誌技術（含 SSR 與 ISSR 分子標誌），以本所特選桃育種親本與其雜交後裔爲供試材料，進行具果實相對性狀諸如：果肉質軟與硬、糖酸度的高與低、以及果皮絨毛的有、無等，相關樣品之遺傳分析，並嘗試建立具有硬肉 (stony hard flesh) 特性的台灣本地種‘鶯歌桃’與引進種間之鑑別，篩選與果實性狀關聯之標誌基因，以期作爲本地桃育種早期評估選拔之參考指標。

材料與方法

試驗材料

選取農業試驗所的桃育種計畫內引進之部分栽培種原，以及利用台農一號 - ‘春蜜’、‘台農甜蜜’-‘Premier’作爲育種親本之雜交後代等 34 品系，各試驗品系之果實相對特性及育種組合，詳見表 1。另外，選取 5 個油桃品系：‘Sunhome’、9-8N、81-17N、‘Sunblaze’以及‘Sundollar’，作爲毛桃與油桃檢測之對照品系，其相關之果實特性詳如表 2。

DNA 萃取

各品系之桃樣品各取幼葉 50~80 mg，利用 DNeasy® Plant Mini Kit (QIAGEN) 試劑組，萃取 DNA。萃取得之 DNA 以分光光度計 (Hitachi U-2000) 測定 OD_{260}/ OD_{280} 比值爲 1.6~1.9，並以 OD_{260} 測定值換算 DNA 濃度，經稀釋其濃度爲 10 ng/μL，作爲以下 SSR 與 ISSR 分子標誌分析之聚合酵素連鎖反應 (polymerase chain reaction, PCR) 用 DNA 模版。

SSR 分子標誌分析

參考 Cipriani 等人 (1999) SSR 分析報告中，自桃基因組取得專屬之 SSR 引子對 17 組進行 PCR 反應，反應液總體積爲 25 μL，內含 1.25 u Taq polymerase (Roche-FastStart)、1 × PCR buffer (50 mM Tris/HCl (NH_4) SO_4, pH8.3)、2.0 mM $MgCl_2$、200 μM dNTP、0.2 μM primer 及 50 ng template DNA。聚合酵素連鎖反應儀器爲 Perkin Elmer Cetus Thermal Cycler 9700，SSR 分析之聚合酵素連鎖反應的溫度則設定爲：95℃ 5 min；再進行 35 次的 94℃ 45 sec，56℃~58℃（依引子 Tm 値調整）45 sec，72℃ 45 sec；最後 72℃ 8 min；反應完成後貯放在 4℃，接續進行 PCR 產物之 DNA 電泳。

表 1. 提供微衛星 DNA 分析之 34 個桃樣品及其特性

Table1. Fruit characteristics of peach cultivars used for the microsatllite DNA marker analysis

No.	Cultivar or combination	Cultivar /line	Fruit weight (g)	Ttotal soluble solid (Brix°)	Acidity (%)	Flesh type	Remark
1	壽星桃	Swatow	16	11.2	0.89	Melting	Dwarf, sour, bitter
2	台農甜蜜 (Pr)	Premier	93	11.8	0.36	Melting	Sweet
3	台農 1 號-春蜜	Spring Honey	133	11.7	0.29	Melting	Sweet
4	苦桃	Ku Tao	22	12.3	0.92	Non-melting	Bitter
5	南山甜桃	Nan Shan Tian Tao	175	14.5	0.39	Melting	Sweet, big, fibrous
6	八月桃	Ba Yue Tao	118	12.6	0.77	Stony hard	Sour
7	鶯歌桃（早生）	Ying Ge Tao	161	12.3	0.83	Stony hard	Early flower, sour
8	鶯歌桃 (Ig)	Ying Ge Tao	185	14.2	0.88	Stony hard	Late, Sour
9	Ig x Pr	E-16-7	97	12.9	0.37	Melting	Sweet
10	Ig x Pr	E-16-14	111	10.6	0.30	Melting	Sweet
11	Ig x Pr	D-16-7	97	12.8	0.36	Melting	Sweet
12	Ig x Pr	D-16-6	90	11.4	0.33	Melting	Sweet
13	Ig x Pr	B3-2-63	113	11.1	0.38	Melting	Sweet
14	Ig x Pr	B3-2-64	119	11.9	0.34	Melting	Sweet
15	Ig x Pr	E-16-2	106	10.2	0.91	Melting	Sour
16	Ig inbreds	E-16-15	70	12.1	1.02	Non-melting	Sour
17	Ig x Pr	E-16-16	97	11.8	1.14	Melting	Sour
18	Ig x Pr	E-16-28	63	8.6	1.00	Melting	Sour
19	Ig x Pr	E-16-48	110	14.0	1.13	Melting	Sour
20	Ig x Pr	E-16-51	102	12.3	1.06	Melting	Sour
21	(Nectarine)	5-40N	67	11.5	1.12	Melting	Sour
22	Pr x 5-40N	C1-46-1	32	12.3	0.37	Melting	Sweet
23	Pr x 5-40N	C1-46-4	50	11.9	0.32	Melting	Sweet
24	Pr x 5-40N	C1-46-7	60	12.2	0.27	Melting	Sweet
25	Pr x 5-40N	C1-46-9	71	12	0.55	Melting	Sweet
26	Pr x 5-40N	C1-46-11	76	13	0.26	Melting	Sweet
27		23-26	91	14.6	0.26	Non-melting	Very sweet
28	23-26 x Pr	C1-57-2	113	13.9	0.27	Melting	Very sweet
29		C1-57-3	128	14.9	0.51	Melting	Very sweet
30	Pr inbreds	B4-2-20	83	15.7	0.40	Melting	Very sweet
31	C1-57-2 inbreds	E-131-9	158	14.1	0.29	Melting	Very sweet
32	23-26 inbreds	B4-2-49	121	15.9	0.44	Non-melting	Very sweet
33	Tu-Tu	C1-74-26	130	16.4	0.46	Melting	Very sweet
34	(Nectarine)	9-17N	68	11.0	0.65	Melting	Yellow flesh

行政院農業委員會農業試驗所 AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE 1895

表 2. 以 ISSR marker 檢測油桃基因用的 5 個油桃品系及其特性

Table 2. Five genotypes of nectarine used for screening the glabrous gene by inter simple sequence repeat markers

Cultivar /line	Mean fruit Wt. (g)	Mean[z] TTS (Brix°)	Mean acidity (%)	Flesh type	Remark
Sunhome	61	11.0	1.15	Melting	Red flowers, sour, nectarine
9-8N	89	13.2	1.25	Melting	Yellow flesh, sour, nectarine
81-17N	92	10.6	1.15	Melting	Yellow flesh, sour, nectarine
Sunblaze	58	8.5	0.95	Non-melting	Yellow flesh, sour, nectarine
Sundollar	90				Yellow flesh, nectarine

[z] TTS: Total soluble solid.

ISSR 分子標誌分析

ISSR 分析之引子取自 UBC SSR Primer Oligonucleotide Set100/9 (John Hobbs, NAPs Unit, University of British Columbia, Vanconver, V6TI23, Canada)，共計 100 條。PCR 反應液總體積為 25 µL，內含 1.25 u Taq polymerase (Roche-FastStart)、1 × PCR buffer (500 mM Tris/HCl, (NH_4) SO_4, pH8.3)、2.0 mM $MgCl_2$、200 µM dNTP、0.2 µM primer 及 50 ng template DNA。聚合酵素連鎖反應儀器為 Perkin Elmer Cetus Thermal Cycler 9700，ISSR 分析之聚合酵素連鎖反應的溫度則設定為：95℃ 5 min；再進行 42 次的 94℃ 45 sec，53℃~58℃（依引子 Tm 值調整）45 sec，72℃ 1 min 30 sec；最後 72℃ 10 min；反應完成後貯放在 4℃，接續進行 PCR 產物之 DNA 電泳。

DNA 電泳

經 SSR 或 ISSR 分析之 PCR 反應產物 10 µL 加入 6 倍電泳追蹤染劑（6 × loading buffer: 0.25% bromophenol blue 及 xylene cyanol，40% w/v sucrose），以 3% Metaphor agarose 或 1.5% agarose (FMC Bio Products)，於 0.5X TBE 緩衝液 (40 mM Tris acetate，pH 8.0 ; 1 mM EDTA) 進行 DNA 電泳。電泳槽為 BIO-RAD SUB CELL GT，電壓 100 伏特，電泳時間約 100 分鐘，結束後置於 0.5 mg/mL 的 ethidium bromide 中染色 20 分鐘，並退染約 15 分鐘；再置於 UV 光箱中，檢視膠體上 DNA 多型性片段，並照相及貯存影像於 IS 2000 Digital Imaging System (Alpha Innotech Corporation)，提供進行 DNA 片段之資料分析。

結　果

SSR 分子標誌分析

自 Cipriani 等人 (1999) 桃的 SSR 分析中，選取 17 組桃基因組專屬的 SSR 引子對，經篩選具有清晰多型性的引子對 12 組，其 PCR 擴增的對偶基因數為 3 至 9 個，片段為 114 bp~291 bp（表 3）；其中 UDP96-013 引子組擴增的對偶基因片段 (214 bp、181 bp、184 bp)，可用以區別農試所育成的兩個低需冷性水蜜桃品種：台農一號'春蜜'、'台農甜蜜'（圖 1）。以 UDP96-015 引子組擴增的對偶基因片段，亦可區分多個育種品系，包含 159 bp 為矮性桃'壽星桃'特有，192 bp 片段為'苦桃'特有，而 180 bp 片段則為黃肉油桃品系'9-17N'所特有（圖 2, 表 4）。另外，藉 UDP96-005 引子組擴增的對偶基因片段（174 bp、149 bp、154 bp 三個片段），則可利用於鑑別本地種'鶯歌桃'及'八月桃'（圖 3）。

表 3. 桃 SSR 分子標誌分析用之引子及 PCR 產物

Table 3. List of simple sequence repeat primers used for peach genotype analysis and the products of PCR amplification

Locus code	Repeat motif	Product size (bp)	No. of alleles
From the (AC/GT) n enriched library			
UDP96-001	$(CA)_{17}$	126~142	3
UDP96-003	$(CT)_{11}(CA)_{28}$	114~150	8
UDP96-005	$(AC)_{16}TG\ (CT)_{2}CA(CT)_{11}$	149~199	8
UDP96-008	$(CA)_{23}$	127~307	7
UDP96-010	$(GT)_{21}\ (GAGT)_{4}(GA)_{18}$	131	1
UDP96-013	$(AG)_{22}\ (TG)_{8}TT(TG)_{10}$	174~214	9
UDP96-015	$(CA)_{31}$	150~192	7
UDP96-018	$(AC)_{21}$	225~291	8
UDP96-019	$(TG)_{18}(AG)_{7}$	192~220	6
From the (AG/CT) n enriched library			
UDP97-401	$(GA)_{19}$	123~462	9
UDP97-402	$(AG)_{17}$	136	1
UDP97-403	$(AG)_{22}$	136~163	7
UDP98-405	$(AG)_{9}$	104	1
UDP98-407	$(AG)_{15}$	173~230	7
UDP98-408	$(CT)_{14}$	100	1
UDP98-409	$(AG)_{19}$	124~266	8

表 4. 鑑別桃品種（系）之 SSR 分子標誌

Table 4. Simple sequence repeat markers for identification of specific genotypes of peach cultivars

Cultivar/line	Primers: revealing specific band (bp)
Swatow	UDP96-015: 159
Ku Tao	UDP96-015: 192; UDP96-019: 192
Nan Shan Tian Tao	UDP98-409: 159, 266
E-16-7	UDP96-008: 136
9-17N	UDP96-015: 180

合併 12 組 SSR 引子對完成之 PCR 產物片段，以 Dice's UPGMA 方式進行 34 個品種（系）遺傳相似性之群集分析，結果供試的品種（系）區分成二大群：第一群主要包含育種母本為'鶯歌桃'及其雜交選拔後代 10 個品系，但另外的'南山甜桃'、'壽星桃'、'苦桃'則因遺傳相似性較低而呈現單一的個別連鎖關係（圖 4）。第二群則區分成 4 小群，第一小群包含低需冷性且高糖度'台農甜蜜'、'春蜜'品種及其作為育種母本的雜交後裔等 9 個品系；第二小群則包含'台農甜蜜'品種為母本以

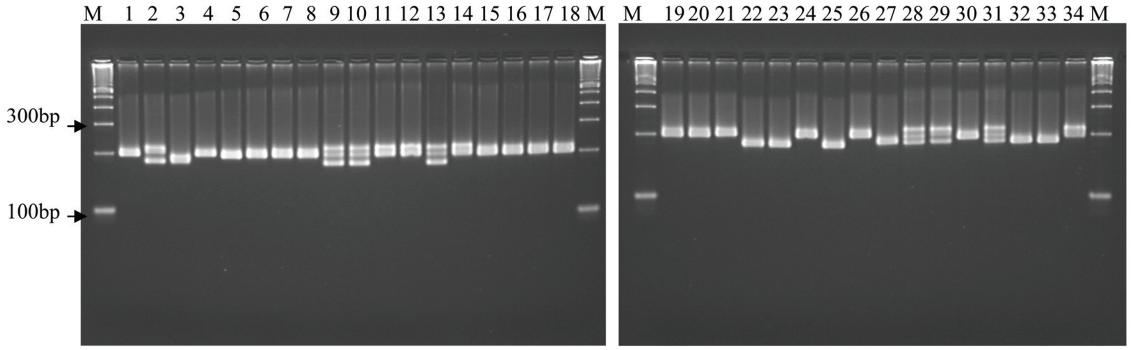

圖 1. 桃特定 34 個栽培種與雜交後代以 UDP96-013 引子進行 PCR 擴增之 SSR 分析圖譜。

Fig. 1. Amplified profiles of the 34 selected genotypes of peach cultivars using simple sequence repeat primer of UDP96-013. (The samples were as same as the list of Table 1: M: Gen100 DNA Ladder)

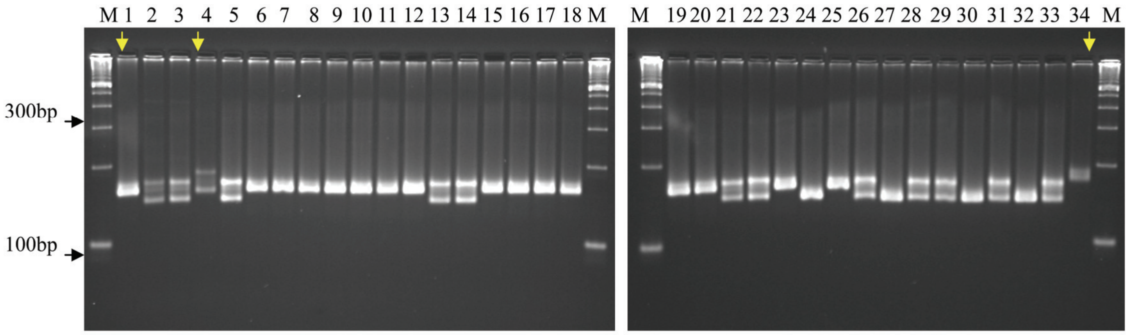

圖 2. 桃特定 34 個栽培種與雜交後代以 UDP96-015 引子進行 PCR 擴增之 SSR 分析圖譜。

Fig. 2. Amplified profiles of the 34 selected genotypes of peach cultivars using simple sequence repeat primer of UDP96-015. (The samples were as same as the list of Table 1: M: Gen100 DNA Ladder)

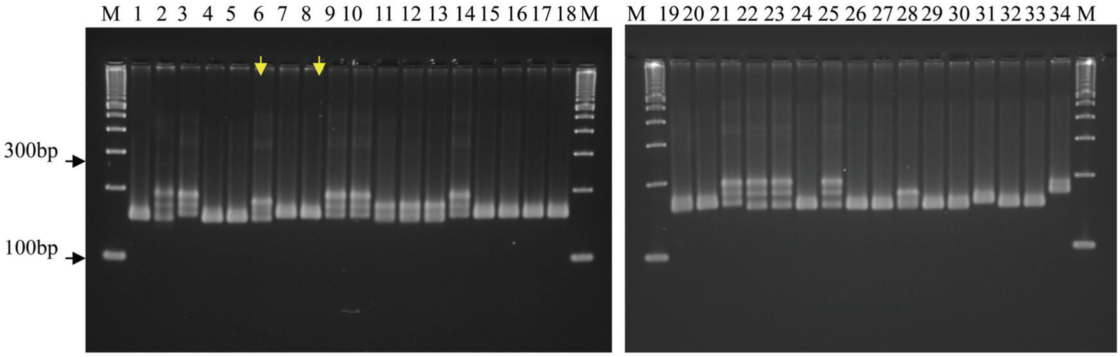

圖 3. 桃特定 34 個栽培種與雜交後代以 UDP96-005 引子進行 PCR 擴增之 SSR 分析圖譜。

Fig. 3. Amplified profiles of the 34 selected genotypes of peach cultivars using simple sequence repeat primer of UDP96-005. (The samples were as same as the list of Table 1: M: Gen100 DNA Ladder)

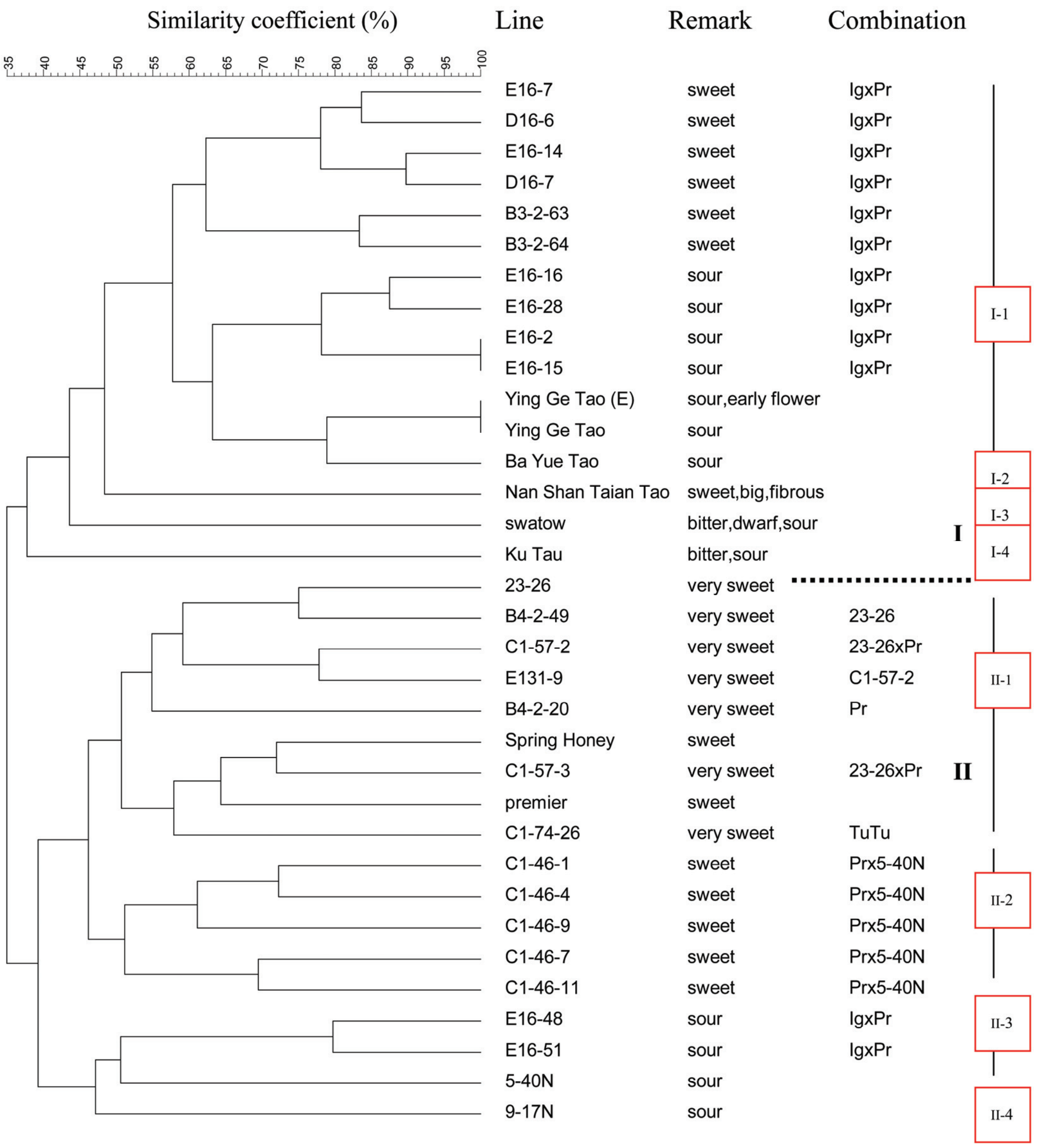

圖 4. 桃特定 34 個栽培種與雜交後代以 12 組 SSR 分析之 PCR 產物，經 UPGMA Dice's 計算之相似性樹狀圖。

Fig. 4. Dendrogram of 34 selected genotypes of peach cultivars based on PCR products of 12 simple sequence repeat primer analysis using UPGMA as the clustering method.

及油桃選種系‘5-40N’爲父本的 5 個高酸性雜交後代；第三小群含有 3 個品系分別爲‘5-40N’與 2 個高酸性鶯歌桃後裔；第四小群僅有 1 個品系，其遺傳相似性最低，爲高酸性的黃肉油桃選種系‘9-17N’（圖 4）。

ISSR 分子標誌分析

自 UBC ISSR Primer Oligo-nucleotide Set100/9 的 100 條引子，經 PCR 反應與產物電泳分析，篩選有穩定且清晰多型性表現的引子 19 個（表 5）：其中 di-nucleotide, 3’ anchored 引子 14 個 (UBC809, UBC810, UBC811, UBC818, UBC826, UBC827, UBC828, UBC834, UBC840, UBC842, UBC845, UBC849, UBC857, UBC859)，tri-nucleotide motif 1 個 (UBC868)，penta-nucleotide motif 1 個 (UBC874)，di-nucleotide, 5’ anchored (UBC889, 891)。其中 di-nucleotide, 3’ anchored 引子 UBC859 獲得之 977 bp 標誌片段（圖 5-B），以及 UBC809 引子獲得之 1,013 bp 片段（圖 6-B），可能與油桃特性具有關聯性。經進一步以 ‘Sun Home’、‘Sun Dollar’、‘Sun Blaze’、‘81-17N’與‘9-8N’等 5 個油桃品系測試，結果顯示上述兩個片段 (977 bp; 1,013 bp) 確定存在油桃樣品中（圖 5-A; 圖 6-A）。而另一個 di-nucleotide, 3’ anchored 引子 UBC840 引子擴增之 PCR 片段 (428 bp)，則可利用於區別本地種‘鶯歌桃’及‘八月桃’（圖 7）。

將 19 個 ISSR 引子之 PCR 產物 407 個片段，以 Dice’s UPGMA 方式進行 34 個品系之遺傳相似性群集分析，結果供試的品系可分成二大群：第一群含 22 個品系，內分 2 小群，第一小群 8 個品系，包含 ‘台農甜蜜’、‘春蜜’、‘南山甜桃’與‘壽星桃’、‘苦桃’等 5 品種，以及以‘鶯歌桃’爲母本‘台農甜蜜’爲父本的高酸性雜交後裔 3 個品系； 第二小群 14 個品系，包含 2 個油桃選種系‘5-40N’、‘9-17N’與高糖選種之雜交後代 7 個，並涵蓋以‘台農甜蜜’爲母本與‘5-40N’爲父本的 5 個高糖度雜交選後代（圖 8）。第二大群有 12 個品系，包含以‘鶯歌桃’爲育種母本而‘台農甜蜜’爲父本之雜交選拔後代 9 個品系，以及 stony hard 之本地種‘鶯歌桃’3 個品系（圖 8）。

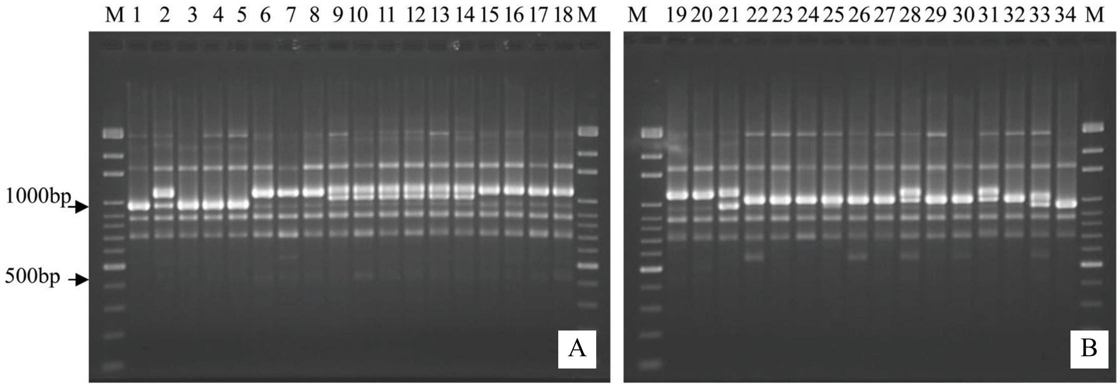

圖 5. 桃 34 品系以 UBC859 引子進行 PCR 擴增之 ISSR 分析圖譜。

Fig. 5. Amplified profiles of the 34 selected genotypes of peach cultivars using inter simple sequence repeat primer of UBC859. (Lane 1: ‘Sun Home’, 2: ‘Sun Dollar’, 3: ‘Sun Blaze’, 4: ‘81-17N’, 5: ‘9-8N’; from the sixth were as same as Table 1; M: Gen100 DNA Ladder)

表 5. 桃 34 品系以 ISSR 分子標誌分析之引子及其 PCR 產物

Table 5. List of inter simple sequence repeat primers used for analysis of the 34 selected genotypes of peach cultivars and the products of PCR amplification

Primer code	Sequence 5'→3'	Products size (bp)	No. of distinguishable genotypes
UBC809	(AG)$_8$G	212~1,577	4
UBC810	(GA)$_8$T	207~2,260	2
UBC811	(GA)$_8$C	671~3,253	2
UBC818	(CA)$_8$G	390~3,793	5
UBC826	(AC)$_8$C	638~2,338	4
UBC827	(AC)$_8$G	895~2,831	1
UBC828	(TG)$_8$A	355~3,703	2
UBC834	(AG)$_8$Y[z]	455~2,422	2
UBC840	(GA)$_8$YT[z]	428~2,403	2
UBC842	(GA)$_8$YG[z]	762~1,480	0
UBC845	(CT)$_8$RG[z]	536~1,620	2
UBC849	(GT)$_8$YA[z]	311~2,208	3
UBC857	(AC)$_8$YG[z]	376~3,423	2
UBC859	(TG)$_8$RC[z]	717~1,207	1
UBC868	(GAA)$_4$	351~2,133	1
UBC874	(CCCT)$_4$	392~3,775	3
UBC889	DBD(AC)$_7$[z]	394~1,558	2
UBC891	HVH(TG)$_7$[z]	616~2,118	5
UBC895	AGAGTTGGTAGCTCTTGATC	715~1,841	1

[z] B:(C,G,T); D:(A,G,T); H:(A, C, T); R:(A,G); V:(A,C, G); Y:(C,T).

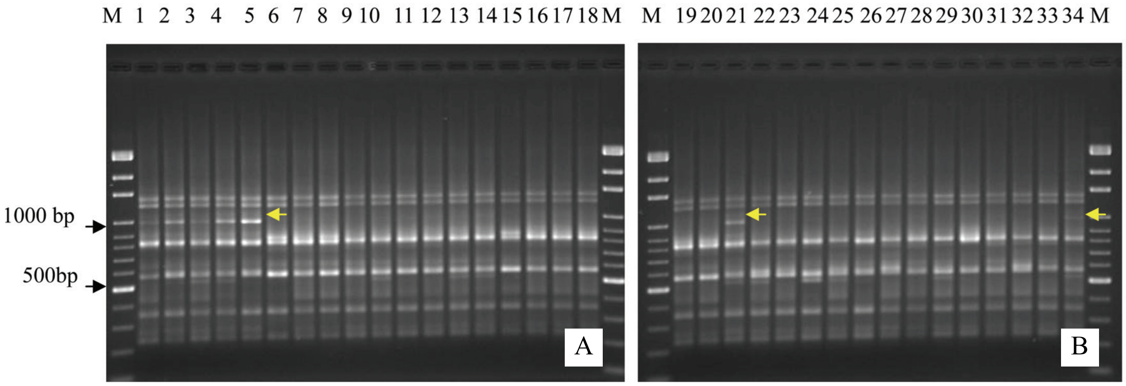

圖 6. 桃 34 品系以 UBC809 引子進行 PCR 擴增之 ISSR 分析圖譜。

Fig. 6. Amplified profiles of the 34 selected genotypes of peach cultivars using inter simple sequence repeat primer of UBC809. (Lane 1: 'Sun Home', 2: 'Sun Dollar', 3: 'Sun Blaze', 4: '81-17N', 5: '9-8N'; from the sixth were as same as Table 1; M: Gen100 DNA Ladder)

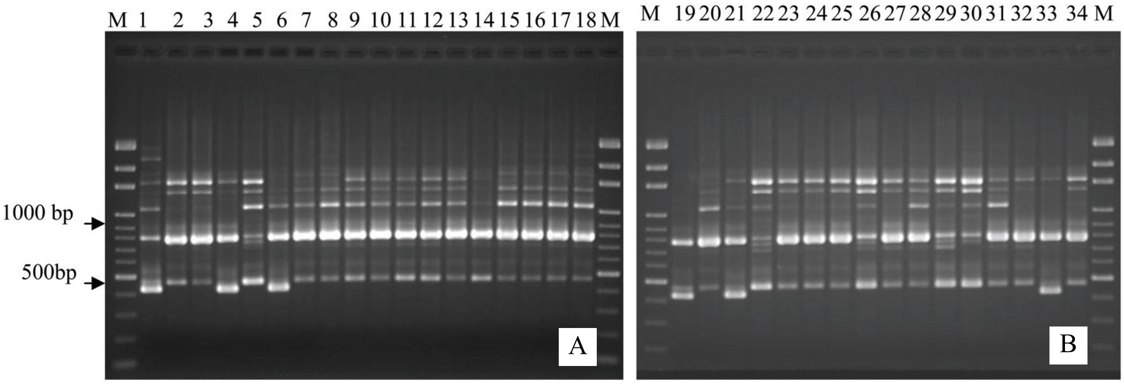

圖 7. 桃 34 品系以 UBC840 引子進行 PCR 擴增之 ISSR 分析圖譜。
Fig. 7. Amplified profiles of the 34 selected genotypes of peach cultivars using inter simple sequence repeat primer of UBC840. (The samples were as same as the list of Table 1)

討　　論

微衛星 DNA 普遍存在脊椎動物與植物的基因組 (Lagercrantz *et al*. 1993)，在遺傳上表現爲共顯性，對於不同親緣的雜交種分析或基因圖譜的建立，具有很大的實用性，在薔薇科也有相關的遺傳分析與基因圖譜之建立 (Cipriani *et al*. 1999; Yamamoto *et al*. 2002)。微衛星 DNA 分子標誌研究上，發現植物基因組的簡單序列重複 (simple sequence repeat, SSR)，係以兩個核甘酸序列重複 (di-nucleotide motif) 較爲普遍 (Condit & Hubbell 1991; Wang *et al*. 1994; Guilford *et al*. 1997)，此與本研究的 SSR 與 ISSR 分子標誌分析結果相符，研究結果自 100 條 ISSR 引子中，篩選得 19 條具有清晰多型性產物的引子，其中屬於 di-nucleotide motif 的引子就佔有 14 條，故未來植物基因組之 SSR & ISSR 分析，應可以 di-nucleotide motif 爲主，可利用於品種及果實遺傳特性之分析。

早期 Conners (1920) 在桃的果實遺傳特性研究中，已發現白色果肉或黃色果肉表現是由一對基因所調控，白果肉則爲顯性；而果皮有毛（毛桃）或光滑（油桃）的表現也是由一對基因調控 (Blake 1932)，毛桃爲顯性。本研究在 SSR 分子標誌與遺傳相似性的群集分析中，發現以白肉油桃品系‘5-40N’爲父本之雜交後代，亦明顯連鎖於同一小群（圖 4）。而在 ISSR 分析中獲得特定的分子標誌可能與油桃具有關聯性。唯黃肉油桃品系‘9-17N’雖與油桃品系連鎖於同一大群內，但遺傳上則與其他白肉桃表現出較低的遺傳相似性，是較特殊的一個品系（圖 4、表 3），未來針對桃雜交後代果實特性評估時可考慮選殖該片段，或定序驗證以實際利用之。另外，SSR 分子標誌的群集分析結果，亦發現品系群集的關係與果實糖度表現似乎也具有相關性，相同雜交組合之後代，依照其果實糖度較高的品系或高酸性的品系，有聚集於同一小群之趨勢（圖 4），故未來配合本地桃雜交後裔之果實糖度評估時可參考或進一步再驗證之。

比較 SSR 與 ISSR 兩種 DNA 分子標誌在桃雜交育種上之應用，發現兩者均可利用於品系間之鑑別。唯針對在親緣與遺傳特性評估時，SSR 應較優於 ISSR 分子標誌，更可以反應雜交組合來源，以及特性相關之遺傳相似性（圖 4，圖 8）。鑒於薔薇科是全球主要經濟果樹與花卉的主力，在基

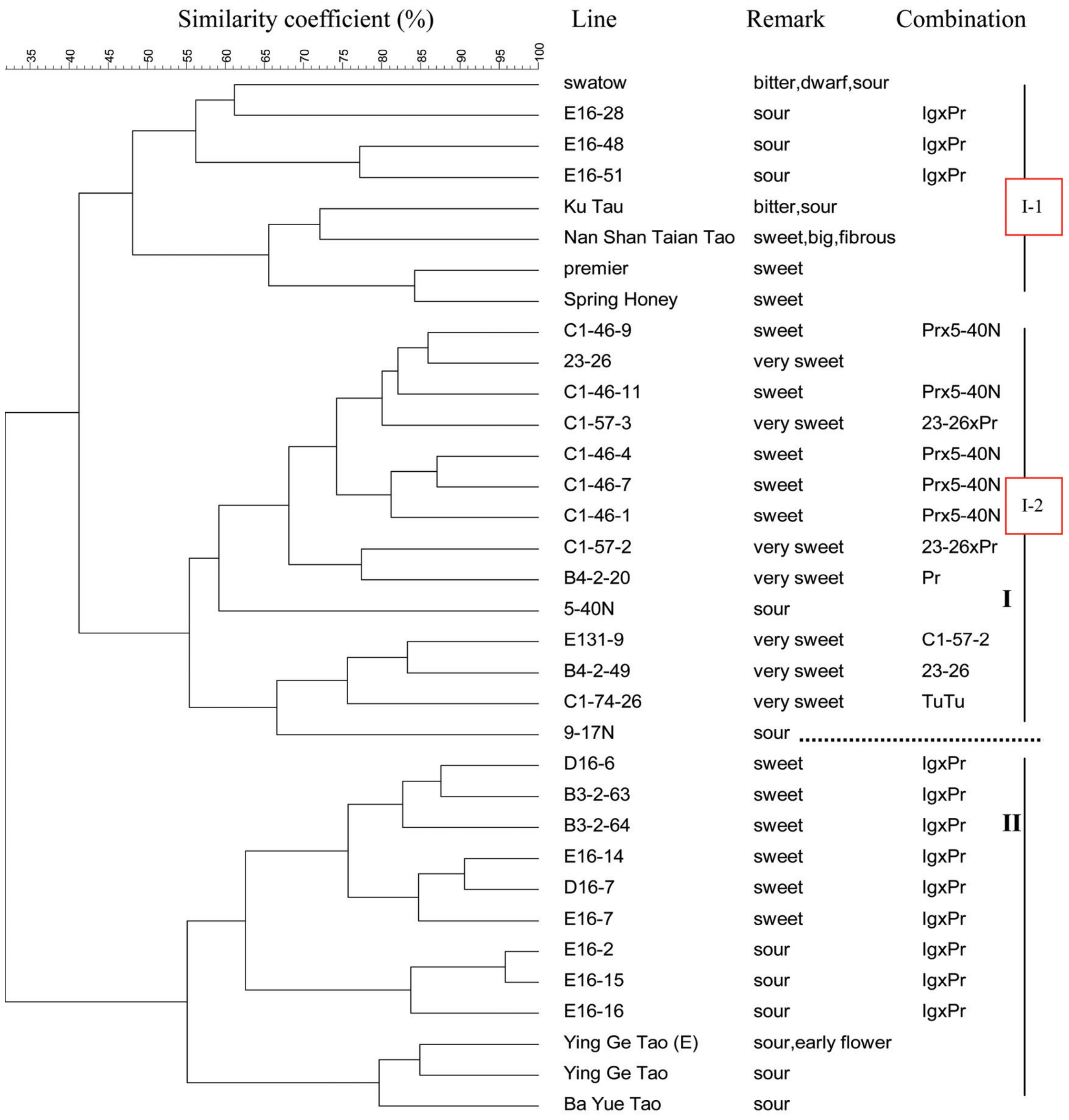

圖 8. 桃特定 34 個栽培種與雜交後代的 19 個 ISSR 分析之 PCR 產物，經 UPGMA Dice’s 計算之相似性樹狀圖。
Fig. 8. Dendrogram of 34 selected genotypes of peach cultivars based on PCR products of 19 inter simple sequence repeat primer analysis using UPGMA as the clustering method.

因組的分析具有極豐富的資料庫，藉由在同‘科’內 SSR 序列的保守性，實際可以跨‘屬’利用之 (Abbott *et al*. 2002)；另外，SSR 分析具有穩定的『再現性』，使其兼具成為理想的品種鑑定工具之一。

誌　　謝

本研究承蒙國科會 (NSC94-2313-B-055-004) 與農委會（95 農科-6.1.3-農-C3）計畫經費補助，並感謝計畫雇用之技術人員陳小萍與林美君小姐協助試驗分析，謹致謝忱。

引用文獻 (Literature cited)

Abbott, A. G., A. C. Lecouls, Y. Wang, L. Georgi, R. Scorza, and G. Reighard. 2002. Peach: the model genome for Rosaceae genomics. Acta Hort. 592:199-209.

Arumuganathan, K. and E. Earle. 1991. Nuclear DNA content of some important plant species. Plant Mol. Biol. Rep. 9:208-218.

Badenes, M. L., J. Cuenca, C. Romero, J. Martinez, and G. Llacer. 2002. Description of peach cultivars from Spain –Identification of closely related clones by SSR markers. Acta Hort. 592:211-216.

Baid, W. V., A. S. Estager, and J. Wells. 1994. Estimating nuclear DNA content in peach and related diploid species using laser flow cytometry and DNA hybridization. J. Amer. Soc. Hort. Sci 119: 1312-1316.

Blake, M. A. 1932. The J. H. Hale as a parent in peach crosses. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 29:131-136.

Cipriani, G., G. Lot, W. G. Huang, M. T. Marrazzo, E. Peterlunger, and R. Testolin. 1999. AC/GT and AG/CT microsatellite repeats in peach (*Prunus persica* (L) Batsch): isolation, characterization and cross-species amplification in Prunus. Theor. Appl. Genet. 99:65-72.

Condit, R. and S. P. Hubbell. 1991. Abundance and DNA sequence of two-base repeat regions in tropical tree genomes. Genome 34:66-71.

Conner, C. H. 1920. Some notes on the inheritance of unit characters in the peach. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 16:24-36.

Dirlewanger, E., P. Cosson, and M. Tavaud. 2002. Development of peach SSRs and their use in fingerprinting peach and sweet cherry cultivars. Acta Hort. 592:245-252.

Etienne, C., E. Dirlewanger, and P. Cosson. 2002. QTLs and genes controlling peach fruit quality. Acta Hort. 592:253-258.

Guilford, P., S. Prakash, J. M. Zhu, E. Rikkerrink, S. Gardiner, H. Bassett, and R. Foster. 1997. Microsatellite in *Malus* × *domestica* (apple): abundance, polymorphism and cultivar identification. Theor. Appl. Genet. 94:249-254.

Guo, J., Q. Jiang, K. Zhang, J, Zhao, and Y. Yang. 2002. Screening for the molecular marker linked to saucer gene of peach fruit shape. Acta Hort. 592:267-271.

Lagercrantz, U., H. Ellegren, and L. Andersson. 1993. The abundance of various polymorphic microsatellite motifs differs between plant and vertebrates. Nucleic Acids Res. 21:1111-1115.

Ou S. K., and C. W. Song. 2006. 'Xiami' peach. Hort. Sci. 41(5):1362-1363.

Ou S. K., and I. C. Wen. 2003. 'SpringHoney' peach. Hort. Sci. 38(4):633-634.

Pooler, M. R. and R. Scorza. 1995. Aberrant transmission of RAPD markers in haploids, doubled haploids, and F1 hybrids of peach: observations and speculation on causes. Sci. Hort. 64:233-241.

Wang, Z., J. L. Weber, G. Zhong, and S. D. Tanksley. 1994. Survey of plant short tandom DNA repeats. Theor. Appl. Genet. 88:1-6.

Yamamoto, T., and T. Hayashi. 2002. New root-knot nematode resistance genes and their STS markers in peach. Sci. Hort. 96:81-90.

Yamamoto, T., T. Kimura, M. Shoda, T. Imai, T. Saito, Y. Sawamura, K. Kotobuki, T. Hayashi, and N. Matsuta. 2002. Genetic linkage maps constructed by using an interspecific cross between Japanese and European pears. Theor. Appl. Genet. 106:9-18.

行政院農業委員會農業試驗所
1895
AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Analysis of Genetic Similarity in Selected Peach Cultivars and Their Hybrids by Microsatellite DNA Markers[1]

Jau-Yeuh Wang[2], Chia-Wei Song[3], Min-Huai Liou[3,4] and Shyi-Kuan Ou[3]

Abstract

Wang, J. Y., C. W. Song, M. H. Liou, and S. K. Ou. 2007. Analysis of genetic similarity in selected peach cultivars and their hybrids by microsatellite DNA markers. J. Taiwan Agric. Res. 56:107-120.

The typical fruit characteristics of 34 selected peach cultivars and the hybrid seedlings were selected for genetic similarity analysis and identification by microsatellite DNA markers (including SSR: simple sequence repeat; and ISSR: inter simple sequence repeat). The selected typical fruit characteristics included melting, non-melting and stony hard types, sour versus bitter, sweet versus very sweet and with versus without pubescence. Amplification of SSR locus was screened from 17 primer pairs and 12 polymorphic SSR markers had been selected which had 3 to 9 alleles each. One of the SSR markers UPD-96-005 could be used to distinguish the domestic cultivar of ‘Ying Ge Tao’ and ‘Ba Yue Tao’. Furthermore, combining all of the 87 SSR markers and assessing the genetic similarity by cluster analysis of UPGMA (un-weighted pair-group mean arithmetic). It revealed that 34 genotypes could be divided into two main groups: the first group contained 16 genotypes including ‘Ying Ge Tao’ and its hybrid progenies; the second group was composed by 18 genotypes including ‘Premier’ and its hybrid progenies. From the dendrogram of UPGMA analysis showed the progenies would be grouping with parent and accompanied with the level of TTS (total soluble solid) and acidity separately. The results reveal that microsatellite DNA markers are useful in cultivars identification of peach and allow to early selection of the progenies with superior fruit characteristics.

Key words: Peach, Microsatellite DNA, Genetic similarity, Fruit characteristics.

---

1. Contribution No.2287 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: May 10 ,2007.
2. Assistant Horticulturist, Biotechnology Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Assistant Horticulturist ,Associate Horticulturist and Senior Horticulturist, Crop Science Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail:skou@wufeng.tari.gov.tw; Fax: (04) 23338162.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 56(2):121~133 (2007)

水稻香味及米粒品質突變體之篩選[1]

吳永培[2,5] 柯佩怡[2] 曾東海[3] 王強生[4]

摘　要

吳永培、柯佩怡、曾東海、王強生。2007。水稻香味及米粒品質突變體之篩選。台灣農業研究 56:121~133。

本研究目的在篩選特殊香味及米粒品質之突變體，期能增加水稻香味類型與提昇食用品質，及提供未來水稻相關研究利用。試驗採用水稻品種台農嘉農育 911303 號經 ethylmethane sulfonate (EMS) 誘變之約 1000 個 M5 及 M6 突變系為材料，經篩選結果發現利用 EMS 可誘發香味發生變化，在突變後代中可篩出強香、中香、微香及無香等四種不同香味程度的品系，尤其香味檢定過程中亦發現 8 個有別於芋頭香味的突變系，結果顯示利用化學誘變可擴大目前栽培稻的香味類型，增加香味種類及強度。在米粒品質的檢定中發現，利用 EMS 誘變可誘發粗蛋白質、脂肪酸含量及食味值產大量的變異，蛋白質含量介於 4.8~10%之間，脂肪酸含量介於 7.7~19.2 mg/100 g KOH 之間，食味值介於 48~69 之間，味度值介於 43~80 之間，可作為選育高品質良質米品種之用。而在不同香味等級材料中則發現強香型突變系其食味與中香、微香及無香型間有明顯的差異存在，可由此突變材料選出具有不同香味及食味佳之良質米品系。

關鍵詞：香味水稻、突變、米質。

前　言

稻作為我國目前生產面積與產值最大之農作物，近年來因台灣經濟的快速發展，國民生活水準的提升，使得米食消費由「量」的時代轉為「質」的要求，使得優質稻米的需求日愈殷切。而稻米品質可區分為市場品質及食用品質二大項，其中食用品質一般包含烹調品質 (cooking quality)、食用品質 (eating quality)、米粒理化特性等之間接測定品質 (indirected determination of quality)、營養品質 (nutrition quality)、貯藏米或米老化 (aging) 等五項 (Juliano 1985b)，顯示品質特性的內容及範圍相當廣泛。至於目前國產稻米在食用品質上則主要著重於食味官能品評特性、直鏈澱粉 (amylose) (Chikubu *et al.* 1983)、蛋白質 (Wu *et al*. 1999)、鹼性擴散值 (alkali spreading value)、凝膠展延性 (gel consistency) (Juliano 1985)、米飯質地 (Hsu *et al*. 2005; Wu *et al.* 2003a, 2002a; Chikubu *et al*. 1983; Okabe 1979)、澱粉之黏度特性等 (Wu *et al*. 2003b; Hsu *et al*. 2003,1997; Hsu & Wu 1998; Liu *et al*. 1988; Chikubu *et al.* 1983)。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2283 號。接受日期：2007 年 4 月 25 日。.
2. 本所嘉義分所助理研究員、約僱助理。台灣 嘉義市。
3. 本所副研究員。台灣 台中縣。
4. 國立中興大學 農藝系副教授。台灣 台中市。
5. 通訊作者，電子郵件：wuypei@dns.caes.gov.tw；傳真機：(05)2773630。

由於水稻種原的利用是影響水稻育種發展的重要因子，可利用誘變方式加以創造及產生變異，藉以突破特殊種原缺乏的困境。而水稻利用化學誘變劑進行誘變研究以 sodium azide (SA) , ethylene imine (EI) , ethyl methane sulphonate (EMS) 及 N-methyl-N-nitroso-urea (NMU) 等四種化學誘變劑最爲常見，研究成果亦較爲豐碩。其中應用 MNU 的誘變成果主要來自日本學者處理 Kinmaze 品種 (Satoh & Omura 1975; 1979)，研究報告指出可利用化學誘變劑 NMU 誘發稻米品質特性之突變，諸如蛋白質、貯藏性蛋白質、胺基酸、心白、大胚、粉狀質、澱粉特性、糯性、半糯性 (Kikuchi 1994; Wu & Lur 2002b)、高直鏈澱粉 (Okuno *et al*. 1983; Satoh & Omura 1981) 等，顯示利用誘變手段可以改變稻米品質特性的表現，是良質米選育及多樣化育種值得嘗試之途徑。

近年來國內亦嘗試利用誘變劑來創造及改良水稻，諸如農業試驗所利用疊氮化鈉誘變法產生 3,000 個台農 67 號突變品系，其中包括米粒顏色、米粒外觀、蛋白質含量及組成、脂肪酸、食味、直鏈澱粉、抗病蟲性、農藝特性等多種具有實用或學術研究價值的突變系 (Chou 2004; Chern & Huang 1984; Wang *et al*. 2002)。此外，農試所嘉義分所利用疊氮化鈉、EMS 及 N-methyl-N-nitroso-urea (NMU) 等三種化學誘變劑誘變台農 67 號、台農 72 號、台稉 8 號及台稉 9 號等國內栽培品種，結果亦得到相當多品質及營養特性上有高度利用價值的突變體，具有發展新特性的潛力 (Wu & Lur 2002b)。

稻米就其香味之有無，可區分爲香米 (aromatic rice 或 scented rice) 及非香米（一般稻米），通常稻米煮成米飯時有香味，雖然香米品種栽培面積不大，然這類稻米已在中亞、歐洲和美國日益受到消費者喜愛，尤其在印度香米受到相當程度的歡迎，其市場價格常高於一般稻米。目前商業生產香米的主要輸出國家以印度、巴基斯坦及泰國最多，前二個國家以 Basmati-type 的香米爲主，而泰國則以 Jasmine 品種的香米爲主，至於其它國際市場上較重要的香米品種則以 Khao Dawk Mali 105, Siamati （泰國）, Bahra（阿富汗）, Sadri（伊朗）, Della, Texamati 和 Kasmati（美國）較多 (Singh *et al*. 2000)。

國內香米品種命名已十餘年，然消費層面僅侷限在都會區而已，未普遍受到重視使得香米的栽培面積及市場價格無法明顯突破及提高。而真正引起生產者及消費者認識香米應歸功於台農 71 號（益全香米）命名前的介紹與推廣，台農 71 號於民國 89 年命名後，因被認爲是加入 WTO 後，挽救台灣稻米產業的唯一武器，使得農民對香米栽培開始產生興趣，因此近年來香米乃成爲人民耳熟能詳之名詞 (Wu & Lur 2002a)。

目前香米之栽培還未普遍，可能原因除了是目前香米品種農藝性狀不佳、產量較低外，消費者對香米認識不足及香米用途未能充分開發等均有關係。不過由香味品系雜交組合中可成功選育高產香米品種結果來看，透過育種手段進行操作和轉移香味性狀是可行的，尤其香味檢定方法相當簡便，在雜交育種過程中，可選拔具高產、抗病蟲及良質的香味後代，藉以改善現有香米品種的缺失。唯水稻雜交育種過程中由於品質控制性狀相當複雜，後代常會偏向品質較差的親本，因此要同時考慮經濟產量、香味及品質特性的育種，實際執行上相當困難。若能挑選高產、抗病蟲性等均優良的誘變親，再利用僅誘發少數基因突變的誘變方式，在誘變後代中選育香味佳、品質好且又保留親本優良栽培特性的好材料，便可以此方式改良現有栽培稻品種的香味及品質表現。

材料與方法

供試水稻與誘變方法

以 Wu & Lur (2002b) 發表之 EMS 誘變法進行種子誘變，誘變親本嘉農育 911303 號。誘變後代連續進行 3 代的自交，每一誘變世代以單本植方式種植，而族群大小則維持 3,000 單株左右，成熟後以單株方式收穫，於 M4 世代族群中選拔 1,100 株優良單株作爲研究材料。

獲選之 1,100 株優良單株分別於 2005 年 2 期 (M5) 及 2006 年 1 期 (M6) 種植於嘉義農業試驗分所試驗田，栽培管理方式採嘉義地區慣行法進行，每單株種植成系，每品系種植三行，每行 10 株，以台農 67 號及誘變親本爲嘉農育 911303 號做爲對照品種。

突變體香味分析

1100 個突變系依 Liu (1986) 之氫氧化鉀 (KOH) 分析方法評斷香味，即於水稻最高分櫱期取劍葉以下第二葉約 2 克的葉片爲材料，利用 10 mL 之 1.7%氫氧化鉀溶液於室溫下浸漬 10 分鐘，而後逐一打開立即聞香。不設重複。依香味濃淡將之區分爲強香、中香、微香及無香等四個等級。

2005 年 2 期之突變系材料成熟時去除邊行逢機取中間單株 10 株混合收穫，經碾去稻殼及種皮糠層後，同樣再依 Liu (1986) 之方法調查白米香味的表現，初步區分爲香、微香及無香三種等級。

突變體食用品質分析

食味計 (*KETT* AN-800) 品質分析：每品系取稻穀 150 克，碾製糙米後，利用碎米分離機篩去碎米，取 70 克糙米置入 AN-800 儀器中，選取國內糙米檢量線測定粗蛋白、脂肪酸、直鏈澱粉、水份及食味值。另依重量除去糙米外層 10%，所得之白米取 70 克置入 AN-800 儀器 (KETT) 中測定粗蛋白、水分、直鏈澱粉及食味值 (eating quality score of AN-800)。

味度計 (*TOYO* MA30) 品質分析：每品系白米秤取 33 克依機器測定方法進行食味推估值（味度值；palatability score of MA-30) 測定，每樣品測定需時 15 分鐘。

結　　果

香味突變體篩選及分析

利用嘉義分所嘉農育 911303 號香米品系經 EMS 誘變之 M4 族群進行優良單株選拔，獲選材料於 M5~M6 世代進行特殊香味突變體與米粒品質篩選，而 M4 誘變族群（2005 年 1 期種植）於田間約種植 3,000 株，由田間栽培發現此一誘變族群之個體在株高、成熟期、葉色、穗型及稔實情形上均有相當的差異存在，顯示已成功誘變嘉農育 911303 號。而根據田間 M4 族群的單株農藝特性表現選拔約 1,100 個單株供香味篩選利用。

於 2005 年 2 期作種植獲選之 1,100 個單株爲 M5 品系，利用 1.7%氫氧化鉀溶液法 (Liu 1986) 進行香味分析，依香味強弱區分成強香、中香、微香及無香等四個等級，結果發現在 994 個檢測品系葉片的香味分析中，強香型有 36 個，佔誘變品系的 3.6%；而中香型品系有 264 個，佔誘變品系的 26.6%；微香品系有 548 個，佔誘變品系的 55.1%；無香品系有 146 個，佔誘變品系的 14.7%，其中誘變親嘉農育 911303 號之香味介於微香或中香之間。至於香味類型區分則發現多爲芋香、無香兩類型居多，而有兩個品系之香味清新，類似國外 basmati type 的香味（表 1；圖 1）。由香味分析結果發現，EMS 誘變可誘發香味發生變異，但強香型的出現頻度較低，尤其是特殊香味突變體的

表 1. 特殊香味水稻突變體之香味類型及味度值

Table 1. Aroma types and palatability scores of some mutated rice lines of CNY911303

Line	Description of aroma	Type of aroma	Palatability score
SM93	Delicate fragrance	Medium	60
SM96	Delicate fragrance	Medium	63
SM240	Delicate fragrance	Medium	68
SM241	Odorous	Medium	64
SM358	Delicate fragrance	Weak	65
SM435	Delicate fragrance	Medium	69
SM468	Odorous	Weak	70
SM830	Delicate fragrance	Weak	67

比率相當低，誘變率僅 0.2%（表 1）。由於品系出現頻度低，若能擴大誘變族群，對於篩選特殊香味仍具相當的可能性，唯需花費相當人力及物力方能將這些突變體篩選出來。

2006 年 1 期重複進行嘉農育 911303 號突變系 (M6) 葉片香味分析，結果發現在 1031 個突變系中，表現強香型者有 47 個品系，佔誘變品系的 4.6%；中香型之品系有 313 個，佔誘變品系的 30.4%；微香型之品系有 622 個，佔誘變品系的 60.3%；無香型之品系有 49 個，佔誘變品系的 4.8%（圖 1）。至於依香味類型區分則同樣發現多爲芋香、無香兩類型，但有 8 個品系香味表現特殊，其中有 6 個香味清新，類似國外 basmati type 的香味，而這 6 個品系香味屬中有 4 個品系之香味屬於中香型，味度值的表現介於 60-68 之間；其餘 2 個品系之香味則屬於微香型，味度值分別爲 65 和 68；另有 2 個品系的葉片香味散發類似中藥的氣味，由於氣味並不宜人，因此歸屬於難聞的氣味（圖 1；表 1）。

食用品質分析

突變系除香味表現是吾人所期待的，然真正影響商業生產價值的仍取決於食用品質的表現，2005 年 2 期檢定所有突變系食用品質，結果 1,002 個品系經碾成糙米後，利用食味計 AN-800 進行食味、粗蛋白質、直鏈澱粉及脂肪酸含量分析，其後再碾成白米以 AN-800 進行食味、粗蛋白質、直鏈澱粉及味度值分析。結果如圖 2～5 所示，其中糙米粗蛋白含量介於 6.1~10%之間，約 4%的變異範圍，其中較低蛋白質 (6.1~6.5%) 含量有 10 個，佔突變系 1%，而較高蛋白質 (>9.1%) 含量有 17 個，佔約 2%左右（圖 2），顯示誘發高低蛋白質的變異比率並不高；白米粗蛋白含量介於 4.8~10%之間，約 5.2%的變異，其中蛋白質含量較低 (4.8~5.5%) 者有 35 個，佔突變系 3.5%，而蛋白質含量較高 (8.6~10%) 者有 16 個，佔約 1.6%，結果顯示誘發高低蛋白質的變異已有相當的範圍。食味值介於 48~69 之間；其中糙米食味值較高 (66~69) 的品系有 95 個，佔突變系 9%，可選拔出高食味值表現的材料。白米食味值高於 71 的品系有 290 個，佔突變系比率 29%左右，其中有 13 個品系更高於 76 以上，顯示可藉此選出高食味值表現的材料（圖 3）。

糙米脂肪酸含量介於 7.7~19.2 mg/100 g，其中低脂肪酸品系（10 mg/100 g 以下）有 4 個（圖 4）。至於糙米直鏈澱粉含量介於 14.9~19.8%之間，除 1 品系爲 14.9%較低外，其餘大部份品系僅介於 18.8~19.8%，由於多數品系僅有 1-2%的變異，顯示差異不大。白米直鏈澱粉介於 14.3~19%之間，

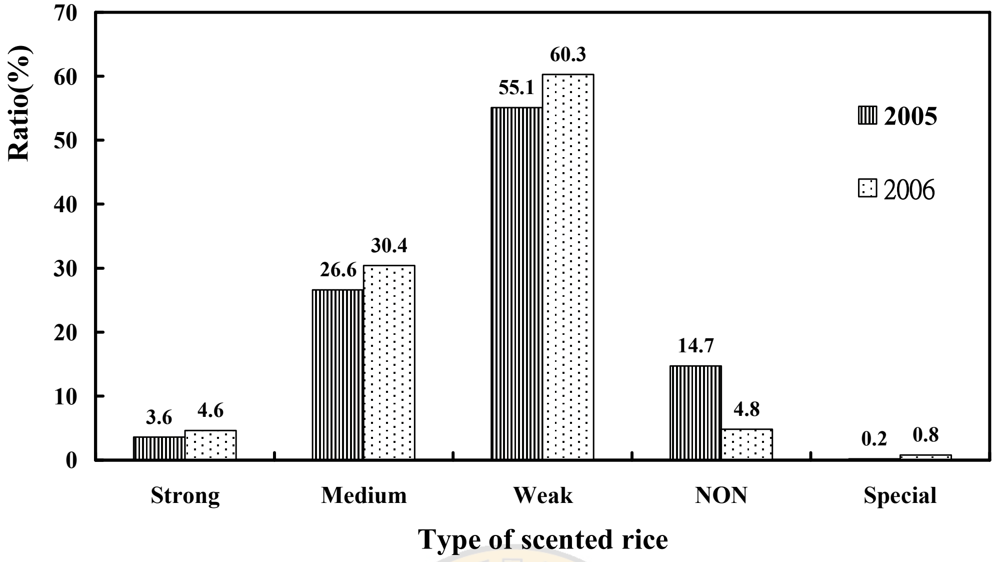

圖 1. 2005 年二期作及 2006 年一期作嘉農育 911303 號突變系不同香味類型比率分布。

Fig. 1. The ratio (%) of the different scented types of the mutated lines of CNY911303 rice planted in the 2nd crop season in 2005 and in the 1st crop season in 2006.

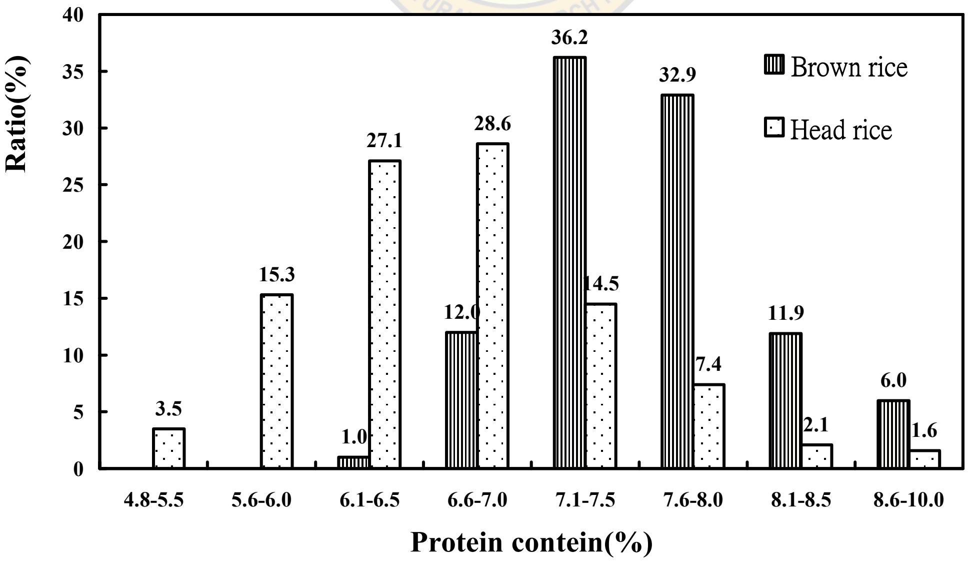

圖 2. 2005 年二期作嘉農育 911303 號突變系糙米及白米粗蛋白質含量 (%) 比率分布。

Fig. 2. The ratio of protein content (%) of brown and head rice of CNY911303 mutated rice lines planted in the 2nd crop season in 2005.

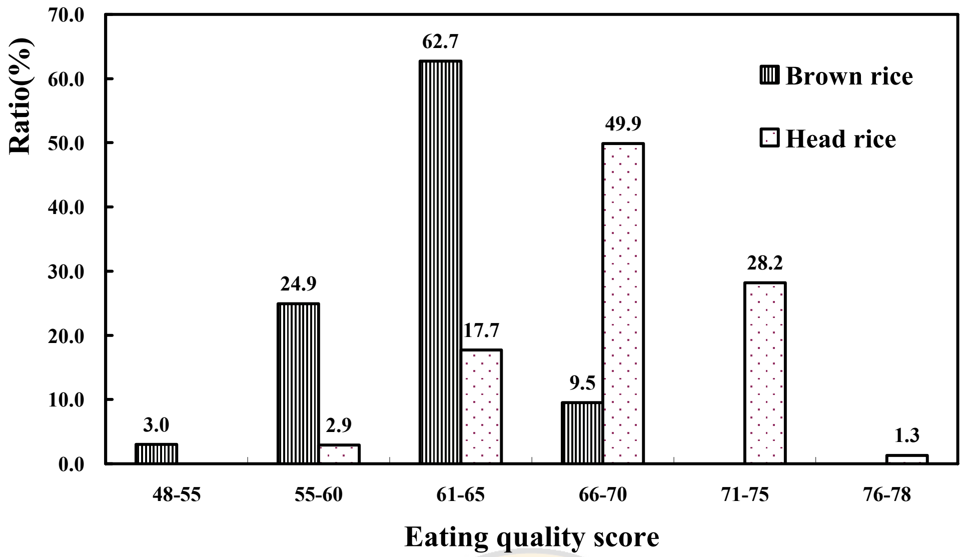

圖 3. 2005 年二期作嘉農育 911303 號突變系糙米及白米食味值比率分布。

Fig. 3. The ratio (%) of eating quality score of brown and head rice of the mutated rice lines of CNY911303 planted in the 2nd crop season in 2005.

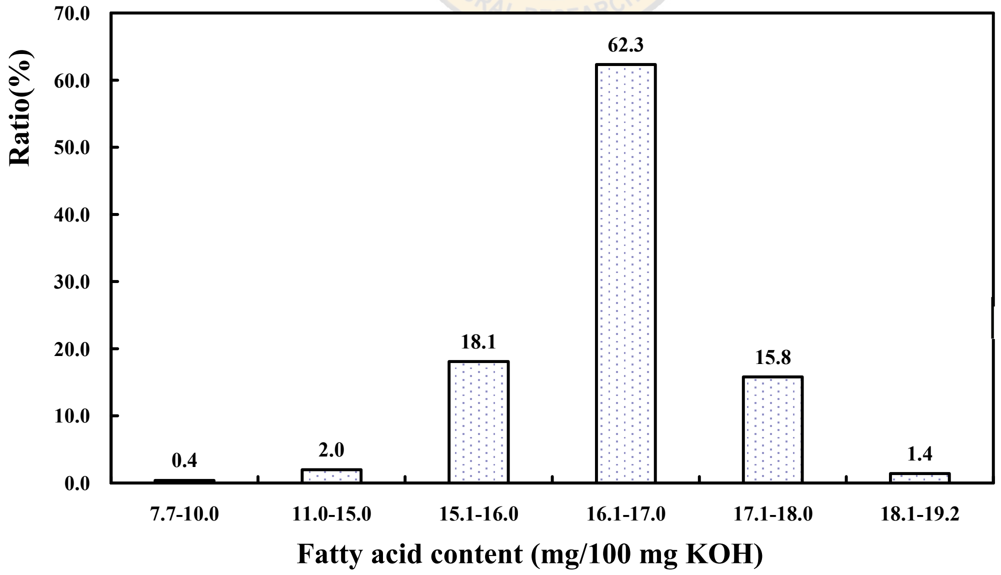

圖 4. 2005 年二期作嘉農育 911303 號突變系糙米脂肪酸含量比率分布。

Fig. 4. The ratio (%) of fatty acid content of brown rice of the mutated rice lines of CNY911303 planted in the 2nd crop season in 2005.

其中有 4 品系含量在 14.3~14.7%，這四個品系應屬於白米外觀較不透明者，可能是澱粉含量相關的突變體，由於不透明的外觀會影響食味計光譜進而造成測定的誤差，至於其餘大部份品系僅介於 16~19%，由於多數品系僅有 3%的變異，顯示差異不大。

由分析結果可知，突變系中除直鏈澱粉外，其它食用品質特性均一定程度變異存在。至於白米味度值的測定結果如圖 5 所示，1016 個突變系之味度值介於 43~80，味度值較高 (71~75) 的品系有 177 個，佔突變系比率 17%左右，而介於 76~80 之間者有 14 個，佔突變系比率 1%左右，可由此選拔高味度值表現的良質米品系。

香味與食用品質間之關係

利用 2005 年 2 期作不同香味類型進行各項食用品質多重比較，即比較無香、微香、香、強香等四種香味型態食用品質間之差異（表 2），在各項分析特性中，糙米食味、糙米粗蛋白、糙米直鏈澱粉、糙米脂肪酸等無顯著差異存在。唯白米直鏈澱粉含量以微香型直鏈澱粉含量 17.76%最低，次之爲中香型含量 17.81%，而強香型 17.85%又次之，無香型則爲 17.91%，其中無香與微香型間呈明顯差異，但與微香、中香及強香型間則無明顯不同。

在不同香味類型之味度值比較中，以強香型味度值 64.32 最低，次之爲無香型味度值 65.75，中香型爲 66.05 又次之，而微香型 66.29 是四型中最高者。顯示強香型與微香型、中香型間有明顯不同，但與無香型間則差異不顯著，且無香、微香及中香型三者間亦無明顯差異存在。

討　論

香味特性及良食味稻米深受消費者喜愛，影響稻米市場銷售價格，因此強香味及良質米品種是育種選育的重要標的。而綜觀一、二期作突變系香味分析結果發現，二個期作的香味分析結果相當

表 2. 同香味類型食用品質及味度值的多重比較結果

Table 2. Comparisons of the average physicochemical properties and palatability scores among mutated rice lines with different aroma types

Character	Aroma type			
	None (N=48)	Weak (N=601)	Medium (N=304)	Strong (N=47)
Eating quality score of brown rice	62.08 ±2.59	61.89±3.16	61.89 ± 3.07	61.57±3.13
Protein content of brown rice (%)	7.57 ±0.47	7.61±0.56	7.61 ± 0.54	7.68±0.56
Amylose content of brown rice (%)	19.31 ±0.16	19.35±0.24	19.34 ± 0.14	19.29±0.15
Fatty acid content of brown rice (mg /100 mg KOH)	16.49 ±0.51	16.48±0.89	16.47 ± 0.66	16.45±0.73
Eating quality score of head rice	69.08 ±2.74	68.18±3.65	68.36 ± 3.98	68.09±4.64
Protein content of head rice (%)	6.50 ±0.50	6.68±0.69	6.66 ± 0.78	6.69±0.82
Amylose content of head rice (%)	17.91 ±0.22 b	17.76±0.41a	17.81 ± 0.32ab	17.85±0.29ab
Palatability of head rice	65.75 ±4.52ab	66.29±5.11a	66.05 ± 5.03a	64.32±4.53b

^{z} Means with the different letter within the same row are significantly different at 5% level by LSD test.

接近，其中一期作強香及中香型的突變系數略高於二期作，尤其特殊香味類型中表現特殊清香特性者，其一期作有 6 個品系，顯著高於 2 期作的數目，是否因為期作不同引發香味特性表現之差異，有待進一步探討方能據以定論。不過由於香味清新之品系不但香味強度在中香型者有 4 個品系，其味度值更都 60 以上，與目前栽培稻表現相近，尤其 SM240 味度值可達 68，顯示口感相當好，值得近一步觀察農藝特性與產量表現，藉以推廣使得國產米良質米的香味更形多樣化。至於葉片氣味難聞之 SM241 及 SM468 則須進一步觀察白米香味表現是否受到影響，如此方能二品系之實用價值。

由香味分析結果發現，化學誘變確實可誘發水稻香味特性發生變異，其中強香及中香型是未來商業生產栽培的標的，由目前結果發現突變系中兩類型的誘發比率並不低，合計約 30%-35%，雖其中強香型在 5%以下，比率較低，但仍可藉由簡單的香味檢定篩選得到，尤其是特殊香味類型突變系亦會出現，這對增加目前水稻種原中香味的多樣化深具實用價值。因此本研究證明利用化學誘變手法改進香味特性頗具可行性。但由於香味表現易受氣候、栽培、管理等環境影響，因此須重複進行葉片香味分析，方能有效確認突變系之香味是否能穩定在世代間表現。至於白米香味僅能區分為中香、微香、無等三型，可能是香味成分有相當比例貯存於糠層，在精白過程將其去除，使得白米香味分析無法充份有效判別所致。大多數突變系屬於無香型者居多，屬於香味強者僅 5 個品系而已，這對食用白米為主的消費市場具有育種的困難度。

食味計可評估稻米食用品質，它是日人根據近紅外線原理建立各項化學成分檢量線，再利用測定之化學成分建立之各成分與食味官能品評間的迴歸公式，從而推定出食味表現。在日本此機器多做糧商或試驗單位評估米質表現的儀器。此儀器作者針對國內外近 100 個栽培稻為材料，分析食味官能品評結果與儀器測定值間之吻合程度，結果發現食味官能品評結果與食味計測定值（食味值）有一定程度之關係（相關係數 0.34），因此食味計應可做為國產稻米食味表現評估上之輔助儀器。尤其是粗蛋白質含量的測定上具有相當的準確度。

圖 2 所示結果 1,002 個突變系中部份品系粗蛋白質含量低，如粗蛋白質含量低於 6.5%之突變品系便有 10 個，這些品系應可能屬於低粗蛋白質含量之突變體，未來這些品系可進一步發展成良質米或提供腎臟病人或有氮素代謝障礙之人士作為特殊米飯食用。測定 1,005 個突變系白米粗蛋白質含量之測定結果發現糙米蛋白質則介於 4.8%~10%，由於突變系粗蛋白質含量表現有一定程度的變異存在，顯示誘變手段確可造成栽培稻粗蛋白質含量發生改變，尤其部份品系粗蛋白質含量低，如白米粗蛋白質含量低於 5.5%之突變品系便有 35 個，這些品系可能屬於粗蛋白質含量低的突變體，由於蛋白質含量與食味是呈負相關係。蛋白質含量愈高之材料，其米飯有愈硬，而食味愈差的趨勢 (Liu *et al*. 1888; Wu *et al*. 1999)，而這些低蛋白質含量品系之食味大都表現良好。

脂肪酸含量與水稻收穫貯藏劣變有相當密切的關係，近來國內栽培稻收穫後稻穀常因迅速劣變，以致商品價值快速下降，尤其是目前栽培面積最多的前二名品種，即台南 11 號及台稉 8 號之白米於常溫貯藏三個月後，不但白米易出現異味，食味值更迅速下降，酸鹼度亦迅速降低，使得商品價值明顯受到影響。基此，若能找到低脂肪酸種源，並轉移至主要之栽培稻中，將可改變目前國產米貯藏易劣變的現象。食味計 (AN-800) 具有測定糙米脂肪酸含量之功能，且測定速度相當快（每日可測近二百個樣品），因此相當適合作為低脂肪酸材料篩選利用，而 1,009 突變系進行低脂肪酸含量突變之篩選，結果如圖 5 所示，突變系中糙米脂肪酸含量有 4 個突變系含量低於 10 mg/100 g KOH，佔總突變系比率 0.4%，這些品系可能為低脂肪酸含量突變體，未來可進一步探討低脂肪酸含量表現及其貯藏時白米品質穩定性，藉以提供良質米育種時，選育耐貯藏的優質品種利用，或供研究稻米劣變機制及做為貯藏過程脂肪代謝酵素變化的研究材料。

由突變系之食味計糙米測定結果可知，食味值表現介於 48-69，其中有 95 個突變系食味值 (66~69) 優良，即優於突變親本，佔總突變系 9%，結果顯示突變系的食味值變異範圍相當大，顯示誘變手段確可改變栽培稻食味的表現，這些突變系應屬於食味較優良之突變體，未來可進一步開發這些品系成為新品種或提供作為良質米育種親本。白米之食味值介於 52~78 之間，其中有 29%突變系之食味值高於 71，有 13 個品系更高於 76 以上，顯示在去除糠層干擾後，機器光譜值的讀取較為正確的情形下，可有效篩選得到食味表現較佳的材料。不過由於利用糙米進行篩選無須經過碾白之程序，因此可節省大量的樣品調製時間。而因二者測定結果呈顯著相關性，故在突變體數目龐大時，可先利用糙米測定方式進行高食味值材料的篩選，先以較寬鬆選拔標準淘汰大部份食味值表現不良的突變系，最後於後代品系數量較少時，再利用白米方式測定篩選高食味突變系。

在直鏈澱粉含量突變的篩選中，大部份的品系變異範圍並不大，這與 Wu & Lur (2002b) 利用台稉 8 號 EMS 誘變可篩到糯性及極低直鏈澱粉含量結果有所差異，唯進一步檢視近千個突變系之糙米外觀，結果發現有 5 個品系外觀類似粉狀質 (floury)、糯性（直鏈澱粉含量 1~2%）及極低直鏈澱粉（直鏈澱粉含量 3~13%）表現，即呈現胚乳不透明而呈乳白狀。因此這幾個品系可能為澱粉特性突變體。糙米外觀不透明會造成食味計讀取光譜的測定誤差，致使近紅外線 (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) 測定結果發生偏離。尤其是直鏈澱粉是一相當複雜的高分子複合物的結構，以往認為是由 α-D 葡萄糖以 α-1,4 醣苷鍵結合，為一直鏈性的分子，唯目前許多報告指出其是一帶有少許分支鏈（α-1,6 醣鍵）的分子 (Biliaderis *et al.* 1981; Cura *et al*. 1995; Lii *et al*. 1987)，分子大小及分支度並不均一，而呈異質性 (hetergenous) 的現象，即直鏈澱粉的大小分布及分支數 (average chain number) 會隨澱粉來源、種類而不同，尤其在米粒中會與其它化學成分結合形成複雜的聚分子，會影響光譜吸收及反射等，進而造成光譜特性因結構及成分差異而不同表現。

所謂的近紅外線是是指波長區域為 0.8 μm 以上 2.5~3.0 μm 以下者，分析上主要是利用物質含氫原子結合基 (function group) 的不同，造成近紅外線因吸收差異而形成複雜的光譜，進而在樣品不經稀釋下推定化學成分含量。Kawamura *et al*. (1997) 則利用 61 個短粒形品種建立 NIRS 食味品評之檢量線，唯其檢量線之複相關係數僅達 0.62 而已。日本學者以日本北部生產的十三個品種之糙米、白米為材料進行檢量線建立，其中除脂肪酸測定的效果不佳外，水分及蛋白質含量的測定均有不錯的結果 (Mroyasu 1993; Kasahara 1996)。而食味計是以日本生產之稻米所研發之近紅外線測定機器，而日本栽培之水稻直鏈澱粉含量多屬於中、低直鏈澱粉含量 (14~25%) 之品種，因此它的檢量線應不具備測定高直鏈澱粉含量 (>25%)、極低直鏈澱粉含量 (3~13%) 及糯稻的能力，尤其是食味計以整粒糙米或白米為測定樣品，測定上是採近紅外線穿透式測定 (Kasahara 1996)，因此測定樣品外觀的透明程度、米粒形狀、大小及顏色等均會影響光譜的讀取，最後使得測定的準確度降低。這也是造成本研究中無法篩得像 Satoh & Omura (1981) 及 Satoh & Omura (1979) 報告提到的高直鏈澱粉含量突變體，也篩選不出像 Wu & Lur (2000b) 報告中出現的半糯稻及糯稻突變體。故食味計未來在國產稻米直鏈澱粉評估上僅可做為參考儀器，尤其是直鏈澱粉含量突變體無法以食味計作為篩選的有效工具。

味度計是日人根據米飯保水膜厚薄與口味間之關係所發展的儀器，用於評估米飯食味良劣，而由於國產米的食味官能品評結果與味度計測定值（味度值）相當吻合（相關係數 0.72），因此味度計可用於評估國產稻米之食味表現。參試的 1,016 個突變系味度值介於 43~80 之間，其中有 191 個突變系味度值高於 71，顯示食味品質相當優良，佔總突變系比率 18%。尤其有 14 個品系味度值更高於 76 以上（圖 5），表現遠優於目前國內主要栽培品種 (52~70)。本試驗結果除顯示突變系的味

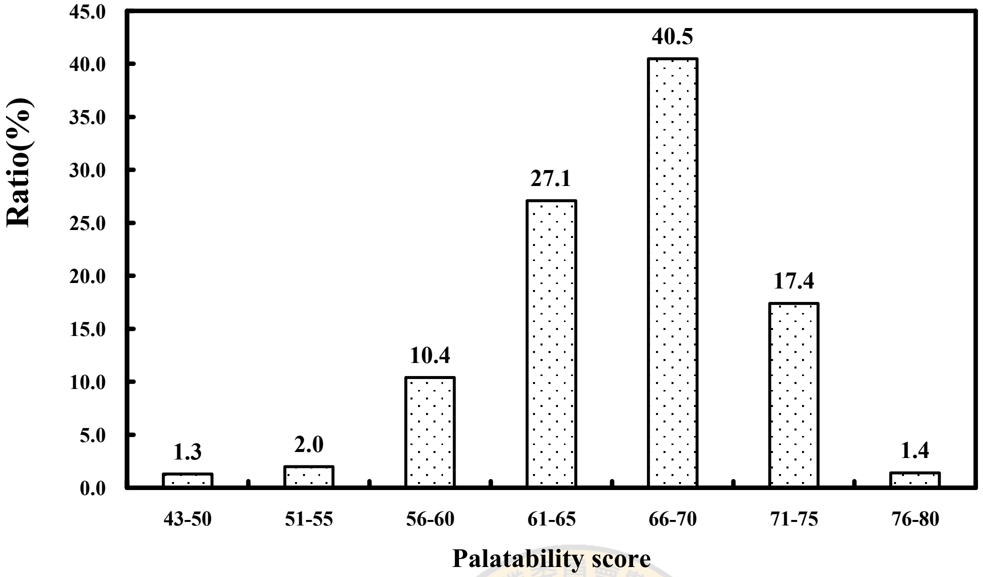

圖 5. 2005 年二期作嘉農育 911303 號突變系白米味度值比率分布。

Fig. 5. The ratio (%) of palatabillity of head rice of the mutated rice lines of CNY911303 planted in the 2nd crop season in 2005.

度值變異範圍相當廣，可藉由誘變手段來改變栽培稻食味之表現外，未來亦可進一步開發這些味度值優良品系成為良質米新品種，或可提供作為良質米育種之親本。

在不同香味類型食用品質的比較結果中，大部份的食用品質特性並不會因香味類型不同而有明顯的差異。多重比較中，雖然發現強香型與中香、微香型間之味度值有明顯差異，並有香味愈較強者食味愈差的趨勢，但因各香味類型間之味度值平均表現差距不大，而基本上味度計值表現須差異達 4（含）以上時，其以人進行之食味官能品評結果才會表現差異。再者，進一步檢視味度值 71 以上之突變系香味表現，其表現強香及中香型者有 42 個，顯示利用突變方式選育強香且具高食味品質表現的突變系之可行性及機會均應相當大。

引用文獻 (Literature cited)

Biliaderis, C. G., D. R. Grant, and J. R. Vose. 1981. Structural characterization of legume starches. I Amylopectin and beta-limit dextrins. Cereal Chem. 58:496-502.

Chern, C. G. and C. S. Huang. 1984. Mutagenic efficiency of sodium azide on rice variety Tainung 67. J. Agric. Assoc. China 33:345-353. (in Chinese with English abstract)

Chikubu, S., S. Watanabe., T. Sugimoto., N. Manabe., F. Sakai and Y. Taniguchi. 1983. Relation between palatability evaluation of cooked rice and physicochemical properties of rice. J. Jpn. Soc. Starch Sci. 30:333-341. (in Chinese with English abstract)

Chou, S. Y. 2004. Characteriztion of Rice (*Oryza sativa* L.) Tainung 67 and Its Aromatic Mutant SA0420 Using Proteomic Approach. Master thesis. Department of Agronomy National Chung-Hsing University. Taichung, Taiwan. 53 pp. (in Chinese with English abstract)

Cura, J. A., P. Jansson, and C. R. Krisman. 1995. Amylose is not strictly linear. Starch 47:207-209.

Iida, S. 1995. Screening and genetic analysis of rice seed storage protein mutants. Gamma Field Symposia 34:31-47.

Hsu, A. N., T. M. Chu., C. Pai, and Y. P. Wu. 2005. The relationship between physicochemical properties of rice quality and eating quality of cooked rice. J. Agric. Assoc. China 6:207-228. (in Chinese with English abstract)

Hsu, A. N., Y. P. Wu., T. M. Chu, and P. Chiang. 2003. The relationship between viscosity of extracted rice starch and eating quality of cooked rice. J. Agric. Assoc. China 4:120-140. (in Chinese with English abstract)

Hsu, A. N., and Y. P. Wu. 1998. Studies on viscosity of milled rice flour in rice varieties. Bulletin of Taichung District Agricultural Improvement Station 58:43-58. (in Chinese with English abstract)

Hsu, A. N., T. M. Chu, C. Pai., S. C. Hsieh, and Y. P. Wu. 1997. The relationship between viscosity of milled rice flour and eating quality. J. Agric. Assoc. China 180:24-44. (in Chinese with English abstract)

Juliano, B. O. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities. p.443-524 *in*: Rice Chemisry and Technology (Juliano B. O. ed). Am. Assoc. Cereal Chem., MN.

Kasahara, M. 1996. Special features and using methods of taste meter of rice. J. Agric. Sci. 51:19-22.

Kawamura, S., M. Natsuga, and K. Itoh. 1997. Visual and near-infrared reflectance spectroscopy for rice taste evaluation. Trans. Am. Soc. Agric. Eng. 40:1755-1759.

Kikuchi, H. 1994. Improving the eating quality of rice using low amylase mutants. Gamma Field Symposia 33:1-17.

Lii, C. Y., T. W. Chiou, and Y. L. Chu. 1987. The degree of branching in amylose from tuber and ligume starches. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC 11:341-345.

Liu, H. I., L. H. Lin., S. Song, and M. C. Hong. 1988. Relation between palatability evaluations of cooked rice and physicochemical properties of rice. J. Agric. Res. China. 37:177-195. (in Chinese with English abstract)

Liu, W. T. 1986. Studies on the rice aroma testing method. Bulletin of Hualion District Agricultural Improvement Station 2:13-20. (in Chinese with English abstract)

Motoyasu, N. 1993. Grain quality determination by near-infrared spectroscopy. Hokaido Daigaku Nogakubu Hobun. 19:257-287.

Okabe, M. 1979. Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. J. Texture Stud. 10:131-152.

Okuno, K. 1983. Inhertianceof induced mutations in rice, *Oryza sativa* L. and their application for rice breeding. Bull. Nat. Inst. Agric. Sci., Series D 34:187-274.

Satoh H., and T. Omura. 1975. Effects of chemical mutagens applied on early stages of embryonic development in rice. Ⅱ. Effects of EI and EMS. Jpn. J. Breed. 25:36-37.

Satoh, H., and T. Omura. 1979. Induction of mutation by the treatment of fertilized eggs cell with N-nitroso-N-methylurea in rice. J. Fac. Agric. Kyushu Univ. 24:165-174.

Satoh, H., and T. Omura. 1981. New endosperm mutations induced by chemical mutagens in rice *Oryza sativa* L. Jpn. J. Breed. 31:316-326.

Singh R. K., U. S. Singh., G. S. Khush, and R. Rohilla. 2000. Genetics and biotechnology of quality trait in aroma rice. p.48-69 *in*: Aromatic Rices. (Singh R. K., U. S. Singh and G. S. Khush eds.). Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. Janpath, New Delhi.

Sood, B. C., and E. A. Siddiq. 1978. A rapid technique for scented determination in rice. Indian. J. Genet. Plant. Breed. 38:268-271.

Wang, C. S., T. H. Tseng, and C. Y. Lin. 2002. Rice biotech research at the Taiwan Agricultural Research Institute. p.950-956 *in* Securing the Rice Bowl - Genomic Approaches and International Efforts. (Yang, H., J. Yu., S. Ramachahandran & S. Q. Pan, Eds.) KH Biotech Services Pte. Ltd.

Wu, Y. P., and H. S. Lur. 2002a. Rice quality breeding. Chinese Agron. J. 12:93-124. (in Chinese with English abstract)

Wu, Y. P., and H. S. Lur. 2002b. Rice mutation breeding. Chinese Agron. J. 12:219-239. (in Chinese with English abstract)

Wu, Y. P., Y. C. Huang., and A. N. Hsu. 2003a. Studies on the texture among rice varieties and its relationship to palatability. Chinese Agron. J. 13:127-139. (in Chinese with English abstract)

Wu, Y. P., Y. C. Huang., A. N. Hsu, and Y. S. Chen. 2003b. Studies on the viscosity of milled riceflour among rice varieties and its relationship to palatability of cooked rice. Chinese Agron. J. 13:1-14. (in Chinese with English abstract)

Wu, Y. P., A. N. Hsu., Y. S. Chen., L. C. Chen, and Y. C. Huang. 1999. Studies on the storage proteins content among rice varieties and its relationship to palatability of milled rice. J. Agric. Res. China 48:1-11. (in Chinese with English abstract)

Screening for Scent and Grain Quality in Rice Mutants[1]

Yong-Pei Wu[2,5], Pei-Yi Ko[2], Tung-Hai Tseng[3] and Chang-Sheng Wang[4]

Abstract

Wu, Y. P., P. Y. Ko, T. H. Tseng, and C. S. Wang. 2007. Screening for scent and grain quality in rice mutants. J. Taiwan Agric. Res. 56:121-133.

Rice is an important staple food in the world. Aroma and quality are two of its important high value traits. In this study, different kinds of scented rice mutants with high grain quality were selected from the mutation pools of Tainung-Chianung-yu rice 911303 induced by mutagen ethylmethane sulfonate (EMS). Mutants with strong, medium, weak and no aroma were found in approximately 1,000 of M5 and M6 mutation lines. Among the scented mutants, eight lines exhibited aroma different from the taro fragrance. The results indicated that the EMS treatment could induce wide range variations of aroma in rice progenies. Therefore, the chemical mutation can be used to induce phenotype appearance of various aromatic genes for future study and rice breeding. In the quality analysis, it was found that there were many scented mutant lines with wide range variations in crude protein content, fatty acid content and eating quality. The range of protein content and fatty acid content were 4.8-10% and 7.7-19.2 mg/100 g KOH, respectively. The eating quality score and palatability score was 46-69 and 43-80, respectively. This indicates that we can select high crude protein content, low fatty acid content and high eating quality rice lines with strong aroma through chemical mutation treatment. However, when the rice quality of mutated lines with different degree of aromatic flavor was compared, it was found that the eating quality of strong aromatic rice was inferior to mutated lines with medium, weak and no aroma.

Keywords: Aromatic rice, Mutation, Rice quality.

---

1. Contribution No. 2283 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: April 25, 2007.
2. Respectively, Assistant Researcher and Assistant, Department of Agronomy, ChiaYi Agricultural Experiment Station, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, ChiaYi, Taiwan.
3. Associate Researcher, Division of Biotechnology, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Taiwan.
4. Associate Professor of Department of Agronomy, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan.
5. Corresponding author, e-mail:wuypei@dns.caes.gov.tw; Fax: (05) 2773630.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 56(2):134~142 (2007)

台灣鳳梨農場生產效率之分析[1]

楊世華[2,3]　潘德芳[2]

摘　要

楊世華、潘德芳。2007。台灣鳳梨農場生產效率之分析。台灣農業研究 56:134~142。

本研究係利用資料包絡分析法 (Data Envelopment Analysis, DEA) 的 BCC (Banker, Charnes and Cooper) 模式，以 2005 年台灣鳳梨農場之產銷調查資料，評估 150 個鳳梨農場之生產效率，並分析影響效率差異之因素。研究結果顯示，鳳梨農場之純粹技術效率值爲 0.77，顯示個別農場之效率尚有提升之空間。由於鳳梨農場之技術效率差距很大，且其資源也未能有效運用（資源運用率平均爲 68.6%），建議這些鳳梨農場應加強栽培技術與資源運用，尤其是材料費、人工費及其他費用（包括農藥費、農用設施及農機具費等）使用似嫌過多，用於肥料及種苗之費用亦應適度節省。另方面，規模效率值爲 0.83，但是鳳梨農場處於最適規模的農戶比率僅有 14.0%，顯示大多數鳳梨農場之生產並未處於最適規模。雖然小面積鳳梨農場未處於最適規模，但大多是在規模報酬遞增階段，建議經由生產規模的有效擴大，使鳳梨農場處於最適規模生產，將有助於效率的提升。

關鍵詞：鳳梨、生產效率、資料包絡分析法。

前　言

鳳梨爲國內重要果樹產業之一，2005 年種植面積約 1 萬 2 千公頃，總產量 45 萬 8 千餘公噸，總產值 77 億餘元（農業統計年報，2006 年版）。主要產地在屏東縣（3,776 公頃，占 31%）、台南縣（2,437 公頃，占 20%）、高雄縣（1,616 公頃，占 13%）、嘉義縣（1,614 公頃，占 13%）及南投縣（1,013 公頃，占 8%）等。爲求有助於國產鳳梨的多樣化、品質高級化及分散產期，農試所已推廣多種鮮食鳳梨品種，如台農六號（蘋果鳳梨）、台農 13 號（冬蜜鳳梨）、台農 16 號（甜蜜蜜鳳梨）、台農 17 號（金鑽鳳梨）、台農 18 號（金桂花鳳梨）、台農 19 號（蜜寶鳳梨）、台農 20 號（牛奶鳳梨）及台農 21 號（黃金鳳梨）等，供農戶種植時選擇，也帶動國產鳳梨發展。

近年來，台灣鳳梨之種植面積呈現增加趨勢，2001 年爲 1 萬餘公頃，至 2005 年增爲 1 萬 2 千餘公頃，增加幅度爲 19.1%。在產量方面，以 2004 年 45 萬 8 千餘公噸爲最多，近 5 年增加幅度達 13.2%（農業統計年報，2006 年版），使得供需失調的壓力也日漸加重。是以，本研究針對鳳梨樣本農戶的產銷資料，經由生產效率 (production efficiency) 之評估及影響效率差異因素之分析結果，提出改善建議，作爲提升鳳梨產業競爭力之參考。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2288 號。接受日期：2007 年 5 月 30 日。
2. 本所農業經濟組助理研究員與研究員兼組長。台灣　台中縣。
3. 通訊作者，電子郵件：shyang@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23399611。

材料與方法

資料包絡分析法

評估績效 (performance) 方面，在管理上最常討論的評估角度有「效能 (effectiveness)」與「效率 (efficiency)」兩種；效能在於衡量目標的達成情形，而效率則是探討產出的數量，也衡量投入的使用量 (Kao *et al.* 2003)；本研究係著重在效率之評估。一般而言，在評量決策單位 (Decision Making Unit, DMU) 的效率時，大致可分爲參數法 (parametric approach) 與無參數法 (non-parametric approach) 二種方式。其中，參數法需事先設定投入項與產出項的函數形式，故必須摻入研究人員的主觀認定；而無參數法則因不需預設投入項與產出項的函數關係、不需預設各因子權重及不受變數衡量單位影響，而廣受學者採用。資料包絡分析法 (Data Envelopment Analysis, DEA) 是屬於無參數法中的一種評估方法，並且已應用在許多的領域，如教育機構 (Kuo 2000; Lu 2005)、銀行業 (Chan & Lin 2006)、農會 (Lu & Fu 2005)、林業 (Kao & Yang 1992)、農田水利會 (Yang 2007)、郵政服務 (Sueyoshi & Aoki 2001) 及台電公司 (Lo 2004) 等方面的效率評估。

資料包絡分析法 (DEA) 利用生產函數概念，透過線性規劃的方式，在所有受評估的決策單位 (DMU) 中，找出效率邊界 (efficiency frontier)，作爲衡量各 DMU 相對效率的一種方法。凡是位於邊界線上的 DMU 被稱爲有效率，其相對效率值爲 1；而沒有在邊界線上的 DMU 則稱爲無效率，其相對效率值介於 0 到 1 之間。換言之，利用 DEA 衡量的效率是「相對效率」的概念。就 DEA 而言，CCR (Charnes, Cooper and Rhodes) 模式與 BCC (Banker, Charnes and Cooper) 模式是兩個重要的評估模式，說明如下。

CCR 模式：CCR 模式起源於 Charnes *et al.* (1978) 所提出之概念，是固定規模報酬 (constant returns to scale, CRS) 假設下效率值之計算模式。CCR 模式估計方法如下：

$$\begin{aligned}
&Min \quad \theta_k \\
&s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{ij} \le \theta_k X_{ik}, \quad i = 1, \cdots, m \\
&\qquad\ \sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_{rj} \ge Y_{rk}, \quad r = 1, \cdots, s \\
&\qquad\ \lambda_j \ \ \ge 0, \quad j = 1, \cdots, n
\end{aligned} \tag{1}$$

(1) 式中，假設有 n 個受評的決策單位 (DMU)，各 $DMU_j\ (j = 1, \cdots, n)$ 使用 m 種投入因子 $X_{ij}\ (i = 1, \cdots, m)$，生產 s 種產出 $Y_{rj}\ (r = 1, \cdots, s)$；而 λ_j 代表賦予各決策單位的權重。θ_k 是第 k 個受評估 DMU 的技術效率值 (technical efficiency, TE)，$\theta_k = 1$ 表示受評估 DMU 爲有效率的 DMU，$\theta_k < 1$ 表示該 DMU 是相對無效率的。

BCC 模式：基於生產過程可能是固定規模報酬 (CRS)、規模報酬遞增 (increasing returns to scale, IRS) 或規模報酬遞減 (decreasing returns to scale, DRS)，是以，Banker *et al.* (1984) 放寬 CCR 模式之固定規模報酬假設，而發展出 BCC 模式，是規模報酬可變動 (variable returns to scale, VRS) 下效率值之計算模式。有關 BCC 模式與 CCR 模式之差別，在於 BCC 模式加入限制式 $\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$，表示 DMU 在生產邊界上的參考點，必須是有效率之 DMU 的凸性組合 (convex combination)。

CCR 模式所評估的是技術效率 (technical efficiency, TE)，而 BCC 模式可將 TE 再區分成純粹技術效率 (pure technical efficiency, PTE) 及規模效率 (scale efficiency, SE) 二方面，即技術效率等於純粹技術效率與規模效率之相乘積 (Coelli *et al.* 1998)。換言之，CCR 模式評估某個 DMU 的 TE，是包括 PTE 及 SE 在內，若是某個 DMU 的 TE 為無效率的，其無效率之原因可能來自於 PTE 或是不同規模報酬之營運。是以，若要客觀衡量經營者之經營管理能力，則是要區分出 SE，而以 PTE 來比較經營者之經營管理能力。此時，θ_k 是第 k 個受評估 DMU 的純粹技術效率值 (PTE)，當θ_k=1 表示受評估 DMU 為有效率的 DMU，至於θ_k＜1 表示該 DMU 是相對無效率的。

模型設定與資料敘述

模型設定：本研究採用資料包絡分析法，並應用 Coelli *et al.* 所發展之 DEAP 2.1 程式（使用說明可參考 Coelli *et al.* 1998），進行台灣鳳梨農場生產效率之實證分析。在變數設定方面，產出變數有一個，即 2005 年鳳梨農場之鳳梨產值；而投入變數有六個，分別為土地面積（以鳳梨採收面積來表示，harvest area）、人工費 (man-labor cost)、種苗費 (seed & seedling cost)、肥料費 (fertilizer cost)、材料費 (materials cost) 及其他費用（other cost，包括農藥費、農用設施及農機具費等）。

資料來源與敘述：本研究以立意抽樣方式，抽取鳳梨樣本農戶 150 戶，先依據縣別主產地來選定鄉鎮別的主產地，再由鄉鎮別主產地抽取鳳梨農戶，蒐集樣本農戶 2005 年鳳梨產銷資料，作為分析之依據。經調查而得之有效樣本問卷共計 150 戶，包括彰化縣 (Chunghwa prefecture) 芬園鄉有 6 戶；南投縣 (Nantou prefecture) 名間鄉有 15 戶；雲林縣 (Yunlin prefecture) 古坑鄉有 8 戶；嘉義縣 (Chiayi prefecture) 民雄鄉有 22 戶；台南縣 (Tainan prefecture) 關廟鄉有 13 戶；高雄縣 (Kaohsiung prefecture) 大樹鄉有 25 戶；以及屏東縣 (Pingtung prefecture) 有 61 戶，分別為高樹鄉 20 戶、萬巒鄉 14 戶、內埔鄉 14 戶及枋寮鄉 13 戶。

樣本戶 2005 年鳳梨採收面積合計為 240.13 公頃，如表 1 所示。就個別鳳梨品種而言，以台農 17 號 (Tainung No. 17) 之採收面積 192.28 公頃為最多，占 80.1%；其次為台農 20 號 (Tainung No.

表 1. 樣本戶 2005 年鳳梨採收面積

Table 1. The pineapple harvest area of sample farms in 2005

	Variety (ha)				
Location	Tainung No. 17	Tainung No. 20	Tainung No. 6	Other varieties	Total [z]
Chunghwa	0.78	0.00	0.83	0.57	2.18
Nantou	17.25	0.00	0.00	0.50	17.75
Yunlin	15.10	0.50	0.00	1.40	17.00
Chiayi	31.40	11.80	0.10	1.20	44.50
Tainan	13.00	0.00	0.00	0.00	13.00
Kaohsiung	30.30	6.30	2.85	0.40	39.85
Pingtung	84.45	0.80	4.60	16.00	105.85
Total [y]	192.28	19.40	8.38	20.07	240.13
% [x]	80.1	8.1	3.5	8.4	100.0

[z] Total harvest area of sample farms at investigated location.

[y] Total harvest area of the investigated variety in sample farms.

[x] Percentage of harvest area of the investigated variety in all sample farms.

表 2. 鳳梨一公頃生產費用與收益表（2005 年）
Table 2. The production cost and income of pineapple per hectare in 2005

Item	Mean (NT$/ha)	Standard deviation (NT$/ha)
Seed & seedling cost	141,020	150,577
Fertilizer cost	74,023	44,011
Man-labor cost	142,615	120,559
Materials cost	71,963	58,267
Other cost	127,419	86,369
Total cost	557,040	299,094
Value of pineapple	893,320	382,606
Surplus or deficit	336,280	457,366
Agricultural family income	475,493	405,222

20) 之 19.4 公頃，占 8.1%；第三爲台農 6 號 (Tainung No. 6) 之 8.38 公頃，占 3.5%。就縣市別而言，以屏東縣之採收面積 105.85 公頃爲最多，占 44.1%；其次爲嘉義縣之 44.5 公頃，占 18.5%；第三爲高雄縣之 39.85 公頃，占 16.6%。

在 2005 年鳳梨生產費用與收益方面，如表 2 所示，平均一公頃鳳梨產值爲 89 萬 3 千餘元，生產費用近 55 萬 7 千元，鳳梨損益爲平均每公頃 33 萬 6 千餘元，農家賺款爲平均每公頃 47 萬 5 千餘元。其中，個別生產費用以「人工費」（占 25.6%）爲最高，其次分別爲「種苗費」（占 25.3%）及「肥料費」（占 13.3%），此三項合計爲 64.2%。

實證結果

鳳梨農場效率值的估計結果

鳳梨農場效率值的估計結果，如表 3 所示。純粹技術效率值 (PTE) 方面，是在變動規模報酬假設（即 BCC 模式）下，所評估的效率值，因此已考慮規模效率。純粹技術效率值較技術效率值呈現增加，顯示出若未區分規模效率，對於鳳梨農場生產效率之評估會造成低估之情況。全體純粹技術效率平均值爲 0.77，較技術效率平均值 0.64，增加 20.3%。

就純粹技術效率而言，具完全純粹技術效率 (PTE=1) 的鳳梨農場有 40 家，占 26.7%爲最高；就整體而言，平均值爲 0.77，即距離完全純粹技術效率的邊界尚差 23.0%，表示有改善的空間。就規模效率而言，以介於 0.81 至 0.99 之間的農戶數比率爲最高，占 58.0%；處於最適規模的農戶比率僅有 14.0%。整體而言，規模效率平均值爲 0.83。

鳳梨農場規模別之效率分析

爲進一步暸解鳳梨農場規模大小 (Scale) 對其效率值之影響；是以，依農場之鳳梨採收面積規模，再加以區分爲四種規模大小，分別爲未滿 1 公頃、1 公頃以上而未滿 2.5 公頃、2.5 公頃以上而未滿 5 公頃、5 公頃以上。

鳳梨農場規模別之效率值計算結果，如表 4 所示。就「未滿 1 公頃」的鳳梨農場而言，純粹技術效率爲 0.79，而規模效率僅 0.64，顯示出「未滿 1 公頃」者係處在較不適當之規模。至於「1 公

表 3. 鳳梨農場效率值之次數分配（2005 年）

Table 3. The frequency distribution of efficiency of 150 pineapple sample farms in 2005

Efficiency	Technical efficiency		Pure technical efficiency		Scale efficiency	
	Number of farms	%	Number of farms	%	Number of farms	%
1.00	21	14.0	40	26.7	21	14.0
0.81 ~ 0.99	24	16.0	34	22.7	87	58.0
0.61 ~ 0.80	39	26.0	37	24.7	19	12.7
0.31 ~ 0.60	51	34.0	37	24.7	17	11.3
0.01 ~ 0.30	15	10.0	2	1.3	6	4.0

表 4. 鳳梨農場規模別之平均效率值（2005 年）

Table 4. The efficiency of pineapple sample farms by scale in 2005

Scale of farm (SF)	Mean of technical efficiency	Mean of pure technical efficiency	Mean of scale efficiency
SF＜1 ha	0.51	0.79	0.64
1 ha ≤ SF＜2.5 ha	0.72	0.75	0.95
2.5 ha ≤ SF＜5 ha	0.73	0.80	0.92
5 ha ≤ SF	0.61	0.75	0.79

頃以上而未滿 2.5 公頃」及「2.5 公頃以上而未滿 5 公頃」這二種規模的鳳梨農場，規模效率值較高，則均以純粹技術效率有較大的改善空間。而「5 公頃以上」的鳳梨農場，規模效率值減低，顯示純粹技術效率及規模效率均有改善空間。

鳳梨農場各投入之資源運用率

資源運用率 (usage rate of input) 可用以瞭解鳳梨農場的投入資源運用是否具有效率，以改善純粹技術效率。計算方式為實際投入 (original value) 減去投入差額 (input slack)，而得計畫投入 (projected value)，再與實際投入加以比較；其中，投入差額包括 radial moment 及 slack moment（參考 Coelli *et al*. 1998）。資源運用率之計算可表示為下式：

$$\text{資源運用率} = \frac{\text{實際投入} - \text{radial movement} - \text{slack movement}}{\text{實際投入}}$$

依 BCC 模式所評估出之純粹技術效率值，計算出投入差額，得出鳳梨農場之資源運用率，如表 5 所示。鳳梨農場各投入之整體資源運用率為 68.6%，顯示出其資源運用率偏低。就個別投入之資源運用率而言，以材料費 64.3%為最低；依序分別為人工費 (65.1%)、其他費用 (67.8%)、肥料費 (69.6%)、種苗費 (72.2%) 及土地面積 (72.8%)。就各規模別而言，「未滿 1 公頃」的鳳梨農場以人工費之資源運用率為最低；「1 公頃以上而未滿 2.5 公頃」及「2.5 公頃以上而未滿 5 公頃」的這二種規模鳳梨農場，均以材料費之資源運用率為最低；而「5 公頃以上」的鳳梨農場以其他費用之資源運用率為最低，相對而言，其他費用仍有過多投入的情形。

表 5. 鳳梨農場各投入之資源運用率（2005 年）

Table 5. The usage rate of input of pineapple sample farms in 2005

Scale of farm (SF)	Usage rate of input [z] (%)					
	Harvest area	Man-labor cost	Seed & seedling cost	Fertilizer cost	Materials cost	Other cost
SF＜1 ha	76.1	63.1	73.7	73.2	66.5	71.5
1 ha ≤ SF＜2.5 ha	71.5	65.4	71.8	67.7	61.8	66.3
2.5 ha ≤ SF＜5 ha	72.5	71.9	73.4	70.8	66.0	68.5
5 ha ≤ SF	63.6	61.5	63.8	60.8	70.0	56.3
Mean	72.8	65.1	72.2	69.6	64.3	67.8
Standard deviation	22.5	28.2	24.3	25.6	30.9	27.0

[z] Usage rate of input(%) = $\frac{\text{projected value of input}}{\text{original value of input}} \times 100$

表 6. 鳳梨農場規模別之規模報酬的次數分配（2005 年）

Table 6. The frequency distribution of pineapple sample farms by returns to scale in 2005

Scale of farm (SF)	Returns to scale							
	IRS [z]		CRS [y]		DRS [x]		Total [w]	
	No. of farms	%	No. of farms	%	No. of farms	%	No. of farms	%
SF＜1ha	49	94.2	3	5.8	0	0.0	52	100.0
1 ha ≤ SF＜2.5 ha	48	64.9	14	18.9	12	16.2	74	100.0
2.5 ha ≤ SF＜5 ha	4	25.0	3	18.8	9	56.3	16	100.0
5 ha ≤ SF	1	12.5	1	12.5	6	75.0	8	100.0
Total [v]	102	68.0	21	14.0	27	18.0	150	100.0

[z] IRS: increasing returns to scale.

[y] CRS: constant returns to scale.

[x] DRS: decreasing returns to scale.

[w] Total number of sample farms for investigated scale of farm.

[v] Total number of sample farms for type of returns to scale.

鳳梨農場規模別之規模報酬

就四個規模別之規模報酬 (returns to scale) 而言，如表 6 所示，規模「未滿 1 公頃」及「1 公頃以上而未滿 2.5 公頃」之鳳梨農戶，處於規模報酬遞增 (IRS) 階段的比率很高，分別為 94.2%及 64.9%，顯示處在這二個規模的大多數農戶而言，經由生產規模的擴大，有助於這二個規模的效率提升。再者，對於「5 公頃以上」及「2.5 公頃以上而未滿 5 公頃」之鳳梨農戶，處於規模報酬遞減 (DRS) 階段的比率為 75.0%及 56.3%，顯示這二個規模有較大比率已有規模報酬遞減之情形發生。就個別鳳梨農戶而言，則應依其所處之規模報酬階段來因應，若是處在 IRS 階段，擴大生產規模有助於效率的提升；若是處在 DRS 階段，減小生產規模有助於效率的提升。

討　　論

本研究係利用資料包絡分析法 (DEA) 的 BCC 模式，以 2005 年台灣鳳梨農場之產銷調查資料，評估 150 個鳳梨農場之生產效率，並分析影響效率差異之因素，本文所獲致之結果說明如下：

測定出鳳梨農場之純粹技術效率 (PTE) 平均值為 0.77，顯示個別農場之效率尚有提升之空間。由於鳳梨農場之技術效率差距很大，顯示有些鳳梨農場之栽培技術偏低，不僅鳳梨品質不佳，且其資源運用率偏低（平均為 68.6%），尤其以材料費及人工費等之資源運用率較低。建議這些鳳梨農場應加強栽培技術與資源運用，尤其是材料費、人工費及其他費用（包括農藥費、農用設施及農機具費等）使用似嫌過多，用於肥料及種苗之費用，亦應適度節省改善。

規模效率 (SE) 平均值為 0.83，但是處於最適規模 (SE=1) 的農戶比率僅有 14.0%，顯示大多數鳳梨農場之生產並未處於最適規模。就鳳梨農場的規模效率而言，以規模未滿 1 公頃者的 0.64 為最低，以規模 1 公頃以上而未滿 2.5 公頃者的 0.95 為最高。再就鳳梨農場的規模報酬而言，處於規模報酬遞增階段 (IRS) 者，全體樣本有 68.0%，規模未滿 1 公頃者達 94.2%；而處於規模報酬遞減階段 (DRS) 者，全體樣本有 18.0%，規模 5 公頃以上者有 75.0%。研究顯示小面積鳳梨農場雖未處於最適規模，但大多是在 IRS 階段，若能經由生產規模的有效擴大，使處於 IRS 階段的鳳梨農場，達到最適規模生產，將有助於達到規模效率。

引用文獻 (Literature cited)

Banker, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper. 1984. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. Management Science 30:1078-1092.

Chan, V. L. and M. Liu. 2006. Effects of Deregulation of Bank Efficiency and Productivity in Taiwan. Academia Economic Papers 34(2):251-300. (in Chinese with English abstract)

Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rhodes. 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. European Journal of Operational Research 2:429-444.

Coelli, T. J., D. S. P. Rao, and G. E. Battese. 1998. An Introduction to Efficiency and Production Analysis. Kluwer Academic Publishers.

Kao, C., S. N. Hwang, and T. Sueyoshi. 2003. Management Performance Evaluation: Data Envelopment Analysis. Hwa-Tai Publishing, Taipei. (in Chinese)

Kao, C. and Y. C. Yang. 1992. Reorganization of Forest Districts via Efficiency Measurement, European Journal of Operational Research 58:356-362.

Kuo, J. S. 2000. Performance Evaluation of Multiple Production Process: Measuring the Comparative Efficiency of Higer Education Institutions in Taiwan. Ph. D. Dissertation. National Taiwan University. (in Chinese with English abstract)

Lo, F. Y. 2004. A DEA Study to Evaluate the Relative Efficiency of Service Centers of the Taiwan Power Company. Ph. D. Dissertation. National Tsing-Hua University. (in Chinese with English abstract)

Lu, Y. H. 2005. Assessing the cost structure and efficiency of polytechnic higher education institutions in Taiwan: with emphasis on output quality and institutional characteristics. Ph. D. Dissertation. National Taiwan University. (in Chinese with English abstract)

Lu, Y. H. and T. T. Fu. 2005. Assessing the comparative efficiency of farmer associations in Taiwan. Taiwanese Agricultural Economic Review 11(1):35-64. (in Chinese with English abstract)

Sueyoshi, T. and S. Aoki. 2001. A Use of a Nonparametric Statistic for DEA Frontier Shift: the Kruskal and Wallis Rank Test, Omega 29:1-18.

Yang, S. H. 2007. A Comparative Study of the Operational Efficiency of Taiwan Irrigation Associations: The Application of 3-Stage DEA and Metafrontier Models. Ph. D. Dissertation. National Taiwan University. (in Chinese with English abstract)

行政院農業委員會農業試驗所
AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
1895

An Analysis on the Production Efficiency of Pineapple Farms in Taiwan[1]

Shi-Hua Yang[2,3] and Te-Fang Pan[2]

Abstract

Yang, S. H., and T. F. Pan. 2007. An analysis on the production efficiency of pineapple farms in Taiwan. J. Taiwan Agric. Res. 56:134-142.

This research attempted to estimate the production efficiency of 150 pineapple farms in Taiwan using investigated data in 2005, and to find out the factors that influenced the production efficiency. BCC (Banker, Charnes and Cooper) model of the Data Envelopment Analysis (DEA) was chosen for empirical study. The result showed that the estimated pure technical efficiency (PTE) was 0.77. Therefore, there is some space for improvement of the efficiency of the individual farm in future. Because there were the significant differences between PTE and the low usage rate of input (the usage rate of inputs was 68.6% on average), it is important to emphasize on control and utilization of the production inputs. Moreover, the estimated scale efficiency (SE) was 0.83. The low rate of the pineapple farms (14.0%) showed that the majority of the pineapple farms could not produce at optimal scale. Besides, the results show that the majority of the pineapple farms are in small scale and in the stage of increasing returns to scale (IRS); hence, the study suggests that the farm scale should be effectively enlarged to improve scale efficiency.

Key words: Pineapple, Production efficiency, Data development analysis (DEA).

---

1. Contribution No.2288 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: May 30, 2007.
2. Respectively, Assistant Researcher, and Researcher and Head, Agricultural Economics Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, e-mail: shyang@wufeng.tari.gov.tw; Fax: (04) 23399611.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 56(2):143~151 (2007)

銀耳多醣應用為皮膚保養原料之活體外及活體內評估[1]

楊淑惠[2,5] 楊鎮榮[3] 陳宜嫻[4]

摘　要

楊淑惠、楊鎮榮、陳宜嫻。2007。銀耳多醣應用為皮膚保養原料之活體外及活體內評估。台灣農業研究 56:143~151。

本研究探討銀耳多醣應用於皮膚保濕用途之可行性，並進行安全性評估。本實驗所使用之銀耳多醣重量平均分子量為 2,000-5,000 Kdalton。安全性試驗顯示，銀耳多醣在濃度 250 μg/mL 下不會抑制 STO 小鼠胎體層纖維細胞正常生長，經連續 14 天長期培養對其膠原蛋白生合成有部份促進效果。銀耳多醣不會導致 L929 細胞變形，無細胞毒性；對供試動物皮膚刺激指數為零，表示對皮膚無刺激性。對人體皮膚經 180 分鐘的保濕功效評估顯示，銀耳多醣溶液能提高正常皮膚角質層 35-56% 的含水率，可提高乾燥皮膚角質層 25-44%含水率，故銀耳多醣為安全之天然保濕原料，且無刺激性。

關鍵詞：銀耳、多醣體萃取液、皮膚細胞毒性、保濕。

前　言

銀耳 (*Tremella fuciformis* Berk)，俗稱白木耳 (white jelly fungi)，屬真菌中擔子菌 (basidiomycetes)，銀耳科 (Tremellaceae)；可食用部份為子實體。古籍記載，銀耳性味甘、平具有滋陰潤肺、養胃生津之功效，自古以來被人們視為延年益壽的藥膳珍品。主要化學結構以 α-1,3-甘露聚醣 (mannan) 為主鏈，側鏈接有 β-D-木糖 (xylose) 與 β-D-葡萄糖醛酸 (glucuronic acid)，在 C2 的位置接有 β-(1,2) D-木二糖 (xylobiose)，屬於酸性異質多醣體 (acidic heteropolysaccharide) (Kakuta 1979, Yui 1995, Baets 2001)。科學研究也證實，銀耳多醣具有降低小鼠血糖 (Kiho *et al.*1994) 與低密度膽固醇含量 (Cheung 1996)、抗發炎 (Ukai *et al.* 1983)、促進淋巴球增生與血小板細胞活性及增加脾臟巨噬細胞的活性 (Ma & Lin 1992)，及誘導人體產生致腫瘤壞死因子 (tumor necrosis factor, TNF) (Gao 1997, 1996; Ukai *et al.* 1992)，能提升人體免疫力 (Xia & Lin 1989) 等。相對於其他產業，化妝品產業是一項低風險、高毛利的產業。在一片回歸自然風潮裡，天然、安全的美容保養產品，也是近年來國際化妝品的訴求主流，各著名化妝品公司大力投入天然素材的開發及應用。來自動物、植物、微生物發酵的原料，如玻尿酸、膠原蛋白、蠶絲蛋白、米蛋白、熊果素及麴酸等等，都被大量而穩定的使用著。銀耳的利用以食用為主，因此市場消費量無法有效提升，產業逐漸萎縮，若能將銀耳多醣萃出作為化妝品保濕原料，應可大大提升銀耳的使用量及產值。因此，本實驗擬針對其保濕功效及皮膚細胞毒性及皮膚刺激性進行安全性評估。

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2289 號。接受日期：2007 年 5 月 30 日。
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所經營利用系助理研究員。台灣 高雄縣。
3. 行政院農業委員會畜產試驗所生理組助理研究員。台灣 台南縣。
4. 靜宜大學化粧品科學系助理教授。台灣 台中縣。
5. 通訊作者，電子郵件：debbie@fthes-tari.gov.tw；傳真：(07)7315590。

材料與方法

銀耳多醣萃取過程

銀耳子實體原料，以無化學藥劑添加的熱萃取技術（營業秘密），進行萃取，萃取液經加 3 倍體積酒精進行純化，收集沉澱物，冷凍乾燥後，備用（密封於室溫保存）。

細胞株之來源

細胞存活率及細胞膠原蛋白生合成試驗係使用 STO 小鼠胎體層纖維細胞株進行 (STO mouse embryonic fibroblast, STO)。STO 細胞株購自食品工業研究所菌種中心編號 60003 之細胞株 (ATCC CRL-1503, USA)。L929 小鼠纖維母細胞 (mouse fibroblasts, NCTC Clone929, Strain L)，由中興大學育成中心生物醫學材料實驗室提供。

分子量分析

將銀耳多醣溶於 0.1M $NaNO_3$，以高效能分子篩層析儀 (High Performance size exclusion chromatography, HPSEC) 測定多醣分子量，Pump (P580, Gynkotek, USA) 含線上除氣裝置，管柱：TosohTSK PW_{xL} guard column 及 TSK $GMPW_{xL}$ column (7.8 × 300 nm)，偵測器：RI (Model 250, Viscotek)，沖提液為 0.1 M $NaNO_3$，流速 0.6 mL/min，烘箱及偵測器溫度 70℃，以 pullulan (Fluka, No.82439, Switzerland) 為標準品。

附著性細胞之培養與繼代

STO 小鼠胎體層纖維細胞株之培養方式為以 Dulbecco’s modified eagle medium (DMEM, high glucose and no pyruvate, Invitrogen 11965-092, Grand Island, NY, USA) 為培養液，添加 4.5 g/L 之葡萄糖 (Sigma-Aldrich G 7021, St. Louis, MO, USA) 與 10%胎牛血清 (fetal bovine serum, FBS, Invitrogen 16000-044)，培養條件為 37℃、5% CO_2 以及相對濕度 95%，每週更換培養液 2 至 3 次。細胞株以相位差顯微鏡觀察 (Nikon, TE2000, Japan)，當細胞長滿為單層 (monolayer) 時，即可進行繼代培養 (subculture)。在無菌操作台內，以抽氣機吸去上層液，再以 5 mL phosphate-buffered saline (PBS) 沖洗細胞兩次，吸去 PBS 並加適量之 0.25% 胰蛋白酵素-0.02 mM EDTA (trypsin-EDTA, Invitrogen 25200-072)，前後左右搖晃培養皿使胰蛋白酵素均勻分散於細胞層，並浸潤所有細胞後，於 37℃下作用 3 至 5 分鐘，輕拍培養皿使細胞自培養皿底部脫落，再以新鮮的培養液重新懸浮，並以 400xg 離心 5 分鐘去除懸浮液後，調整細胞濃度至 1×10^5 個/mL 進行繼代培養。

細胞存活率測定

準備 24-孔的培養盤 (Multidishes Nunclon ™, NUNC 142475, Roskilde, Denmark)，分別於每一孔中接入 STO 小鼠胎體層纖維細胞 $1x10^5$ cell/mL 及 400 µL 培養液，以 DMEM（未添銀耳多醣）為對照組，加入不同濃度 10、25、50、100 或 500 µg/mL 之銀耳多醣溶液 200 µL 及 200 µL DMEM 為實驗組（最終濃度為 5、12.5、25、50、250 µg/mL），於 37℃、5%CO_2 環境下進行培養，培養時間分別為 1、2 及 3 天，或連續培養 7 天及 14 天（期間不更換培養基，只依蒸散情形，填加少量 DMEM）。培養過程中，細胞數量之計數係將培養盤中的每孔細胞以胰蛋白酵素回收後，取 20 µL 細胞液，與等量之 0.4% trypan blue 溶液 (Sigma-Aldrich T 8154) 充分混合均勻後，吸入血球計數盤中，於相位差顯微鏡下觀察，死亡細胞呈藍色，活細胞則為光亮狀，計算存活及死亡細胞數量，依細胞存活數量及死亡細胞數量比值，計算存活率 (%) = [細胞存活數/（細胞存活數及死亡細胞數）] x 100。

膠原蛋白生合成測定

試驗方法參考 (Yamamoto & Nishioka 2001; Li *et al*. 2001; Blease *et al*. 2002) 文獻報告所使用之套組 (Kit) 來測量膠原蛋白生成量，收集不同培養時間的 STO 小鼠胎體層纖維細胞之細胞培養液，以 Collagen assay Kit (Circol Collagen assay kit, S1111, Biocolor, Ireland, UK) 依廠商所附操作手冊進行測定。取實驗組培養液、對照組培養液及 reagent blanks (0.5 M acetic acid) 各 50 µL 於 1.5 mL microcentrifuge tubes，加入 medium buffer 定量至 100 µL，分別加入 1 mL Sircol dye reagent 於 37℃培養箱震盪反應 30 分鐘，以 10,000 rpm，離心 5 分鐘，倒乾液體並留下沉澱物，每管加入 1 mL Alkali reagent，震盪至沉澱完全溶解，以雙光束紫外光/可見光分光光譜儀 (Hitachi, U2000, Japan) 於 540 nm 光譜測吸光值。並以 1、2、5、6.25、12.5 µg/mL 的 Collagen standard (S1010) 作爲標準膠原蛋白求出標準檢量線，換算對照組及實驗培養液中膠原蛋白濃度 (µg/mL)。

細胞毒性試驗

參考 ISO 10993-5 Biological Evaluation of Medical Devices Test for in vitro cytotoxicity 方法 (1999) 進行，準備 24-孔的培養盤，分別於每一孔中接入 L929 小鼠纖維母細胞 $1x10^5$ cell/mL，並加入 DMEM（含 10%FBS），培養至單層細胞生長到接近融合時，將培養液移出，並更換爲銀耳多醣萃取液（萃取方式參考 ISO 10993-5 Biological Evaluation of Medical Devices Sample preparation and reference material (1999) 或對照組（陰性對照組-DMEM，陽性對照組-DMEM 添加 5% DMSO），於 37℃、5% CO_2 環境下培養 24 小時後，以顯微鏡檢查細胞是否有變形或死亡，以胰蛋白酵素將細胞層打下來計算細胞數。

皮膚刺激測驗

參考 ISO 10993-10:2002 (E) Tests for irritation and delayed-type hypersensitivity (6.3 Animal skin irritation test 方法 (2002) 進行，本實驗於中興大學育成中心生物醫學材料實驗室進行（2003 年），試驗前剃除試驗動物（白化，雄性，紐西蘭大白成兔）背脊兩側足夠大小範圍的毛，放上可吸水的紗布（25 mm×25 mm，中國衛生材料，彰化，台灣）四片，並於對角位置紗布以 2.0 mL 銀耳多醣萃取液（萃取方法參考 ISO 10993-10:2002 (E) Annex A (normative) preparation of materials for irritation/ sensitization testing）潤濕（實驗組）或生理食鹽水（對照組）潤濕，貼敷於試驗動物背脊兩側，以半密封性繃帶包紮（中國衛生材料，彰化，台灣），於 24、48 及 72 小時觀察試驗區域有無紅斑及水腫情形。紅斑及水腫刺激值：以 0=無 (No erythema or oedema)，1=非常輕微 (Very silght erythema or oedema)，2=清晰 (Well-defined erythema or oedema)，3=中度 (Moderate erythema or oedema)，4=重度 (Severe erythema or oedema)。實驗組與對照組的皮膚刺激指數 (primary irritation index, PII) 爲其各時間點總合，刺激指數反應分級：可忽略 (Negligible) =0-0.4，輕微 (Slight) =0.5-1.9，中度 (Moderate) =2.0-4.9，嚴重 (Severe) =5.0-8.0。

皮膚保濕試驗

本實驗於靜宜大學化粧品科學系進行，女性自願參予者，年齡 20 至 50 歲，無過敏病史者，實驗前 48 小時受測的皮膚部位無塗抹任何保養品或藥品。受測前以低刺激性肥皂清洗受測的手臂內側皮膚，洗淨後拭乾。試驗環境溫度控制在 20±1℃；相對濕度控制於 45%至 50% RH 下，休息 30 分鐘，並標記 5 個測試位置，每一測試位置爲直徑 3 公分。分二組，一爲正常皮膚組 (n=3)，另一爲誘發的乾性皮膚組 （n=3，以 20% SLS (sodium lauryl sulfate, Fluka 71729, Germany) 塗抹於測試區 20 分鐘，以清水沖洗）。將 100 µL 銀耳多醣溶液塗抹於受測者手臂上所標記的皮膚上，以去離子水作爲空白對照組，塗抹均勻後每 30 分鐘，以皮膚分析儀 (Skin analyzer SHP 88, Courage &

Khazaka, Cologen, Germany)，連續 3 小時測定皮膚角質層水合量 (hydration) 的變化，水合量導電度單位 (a.u.)，保濕增加率= [（實驗組-對照組）/對照組]× 100。

結 果

銀耳多醣分子量

銀耳多醣溶於 0.1M $NaNO_3$，並經加熱及 0.45 μm 濾膜過濾，直接以高效能分子篩層析儀分析其重量平均分子量 (molecular weight)，銀耳多醣重量平均分子量大部分分布在 2,000,000-5,000,000 dalton，少量分布在 100,000-500,000 dalton。

銀耳多醣對 STO 小鼠胎體層纖維細胞存活率之影響

實驗中 STO 小鼠胎體層纖維細胞以 24-孔的培養盤加 400 μL DMEM 培養液為對照組，添加不同濃度 10、25、50、100、500 μg/mL 的銀耳多醣萃取液各 200 μL，再加入 200 μL DMEM 培養液為實驗組，最終濃度應為 5、12.5、25、50、250 μg/mL 與纖維細胞於 37℃、5%CO2 細胞培養箱連續培養 3、7 及 14 天。結果如表 1 所示，連續 3 天培養後對照組細胞數為 7.4×10^5，銀耳多醣萃取液各組細胞數為 $7.5\text{-}8.0\times10^5$，與對照組比較並無顯著性差異 ($p>0.05$)；繼續培養 7 天，銀耳多醣萃取液組細胞生長數目於 5、12.5 及 250 μg/mL 組與對照組比較有顯著性增加 ($p<0.05$)；培養第 14 天，銀耳多醣萃取液組細胞生長數目於 5、25、50 及 250 μg/mL 組與對照組比較亦有顯著性增加 ($p<0.05$)。細胞生長數目結果顯示銀耳多醣萃取液雖無線性關係，但仍具有促進小鼠胚胎纖維母細胞生長趨勢。由死亡細胞數與活細胞數換算細胞存活率，連續培養 3、7 及 14 天的存活率為均可達 90%以上，結果顯示銀耳多醣萃取液對 STO 小鼠胎體層纖維細胞並無細胞毒性（表 2）。

銀耳多醣萃取液對小鼠胎體成纖維細胞膠原蛋白生合成之影響

小鼠胎體層纖維細胞在 24-孔的培養盤以 DMEM 培養液（對照組）中培養，可自行產生膠原蛋白。試驗中以 5, 12.5, 25, 50, 250 μg/mL 不同濃度的銀耳多醣萃取液添加於培養液，取代部分 DMEM，於 37℃、5%CO_2 環境下連續培養 3、7 及 14 天，分析膠原蛋白生成情形。試驗結果如表 3 所示，STO 小鼠胎體層纖維細胞連續培養 3 天，對照組膠原蛋白產量為 8.03 μg/mL，實驗組膠原蛋白產量為 7.5-9.0 μg/mL，與對照組比較並無顯著性差異 ($p>0.05$)。膠原蛋白產量隨著培養時間延長而持續累積增加，連續培養 7 天，對照組膠原蛋白產量為 12.2 μg/mL，各實驗組膠原蛋白產量為 13.9-18.0 μg/mL，與對照組比較雖有增加但無顯著性差異 ($p>0.05$)。連續培養 14 天，對照組膠原蛋白產量為 31.4 μg/mL，各實驗組膠原蛋白產量為 35.6-46.4 μg/mL，與對照組比較雖有增加但無顯著性差異 ($p>0.05$)。顯示銀耳多醣雖有促進膠原蛋白生成之功效，但無濃度與效能之關係。

銀耳多醣之細胞毒性分析

L929 小鼠纖維母細胞於 24-孔的培養盤培養至接近長滿時，將培養液移出，並更換為銀耳多醣萃取液 (250 μg/mL)，陰性對照組-DMEM 培養液（無細胞毒性），或陽性對照組 (5%DMSO) 培養液（有細胞毒性），於 37℃、5% CO_2 環境下培養 24 小時，之後以顯微鏡檢查細胞是否有變形或死亡，以胰蛋白酵素將細胞層打下計算密度。三次 24-孔的培養盤之細胞層密度試驗，添加銀耳多醣萃取液之細胞總數平均值為 3.86×10^5，與添加 DMEM（無細胞毒性對照組）的細胞總數平均值為 4.41×10^5 細胞數相近，與對照組比較並無顯著性差異 ($p>0.05$)，顯示銀耳多醣萃取液無細胞毒性，而細胞添加含 5%DMSO 之 DMEM 培養液（有細胞毒性對照組）細胞總數為 1.31×10^5 與對照組比

表 1. 銀耳多醣萃取液對小鼠胎體層纖維細胞數量之影響

Table 1. Effect of *Tremella* polysaccharide extract on the cell density of STO mouse embryonic fibroblasts cultivated in DMEM plus FBS medium[z]

Incubation	Polysaccharide concentration (μg/mL)					
(days)	0[z]	5	12.5	25	50	250
3	7.4 ± 0.4[y]	7.8 ± 0.0	8.0 ± 0.3	7.9 ± 0.6	8.0 ± 0.3	7.5 ± 0.1
7	8.0 ± 0.4	9.8 ± 0.3*[x]	9.5 ± 0.7*	8.3 ± 0.3	9.1 ± 0.5*	10.0 ± 0.5*
14	9.3 ± 0.4	11.4 ± 0.1*	9.8 ± 0.2	12.4 ± 0.3*	10.4 ± 0.1*	10.5 ± 0.1*

[z] Dulbecco's modified Eagle medium (DMEM) plus 5% fetal bovine serum (FBS).

[y] Total cells number of STO 1×10^5/mL; Mean ± SD, n= four wells per group in a 24-well plate.

[x] * Significant difference between the control and treated groups at $p<0.05$.

表 2. 銀耳多醣萃取液對 STO 小鼠胎體層纖維細胞存活率之影響

Table 2. Effect of *Tremella* polysaccharide extract on the viability of STO mouse embryonic fibroblasts cultivated in DMEM plus FBS medium[z]

Incubation	Polysaccharide concentration (μg/mL)					
(days)	0[z]	5	12.5	25	50	250
3	96.0 ± 1.5[y]	98.7 ± 0.9*	97.5 ± 1.0	96.0 ± 2.0	96.3 ± 2.4	96.4 ± 2.9
7	98.1 ± 1.1	98.0 ± 0.7	99.5 ± 0.5	98.2 ± 1.1	99.0 ± 0.9	100.0 ± 0.0*
14	94.7 ± 1.0	97.4 ± 0.6*	96.7 ± 0.9*	96.4 ± 1.2	95.4 ± 0.8	94.0 ± 1.0

[z] Dulbecco's modified Eagle medium (DMEM) plus 5% fetal bovine serum (FBS).

[y] Total cells number of STO 1×10^5/mL; Mean ± SD, n= four wells per group in a 24-well plate.

[x]* Significant difference between the control and treated groups at $p<0.05$.

表 3. 銀耳多醣萃取液對 STO 小鼠胎體層纖維細胞膠原蛋白生成量之影響

Table 3. Effect of *Tremella* polysaccharide extract on production of collagen by the STO mouse embryonic fibroblasts cultivated in DMEM plus FBS medium[z]

Incubation	Polysaccharide concentration (μg/mL)					
(days)	0[z]	5	12.5	25	50	250
3	8.1 ± 0.7[y]	8.1 ± 0.1	8.2 ± 0.6	8.4 ± 0.5	8.0 ± 0.6	8.1 ± 0.5
7	12.2 ± 3.3	18.0 ± 5.5	15.8 ± 1.9	16.3 ± 0.9	15.8 ± 2.9	13.9 ± 2.5
14	31.4 ± 3.6	35.6 ± 3.7	33.5 ± 4.5	46.4 ± 5.1*	38.2 ± 7.8	38.8 ± 6.5

[z] Dulbecco's modified Eagle medium (DMEM) plus 5% fetal bovine serum (FBS).

[y] Total cells number of STO 1×10^5/mL; Mean ± SD, n= four wells per group in a 24-well plate.

[x]* Significant difference between the control and treated groups at $p<0.05$.

較顯著下降 ($p<0.05$)，如表 4 所示。細胞外形觀察，細胞添加含 5%DMSO 之 DMEM 培養液之陽性對照組，細胞變圓並與培養盤表面分離，爲有嚴重細胞毒性。細胞添加銀耳多醣萃取液或 DMEM 培養液，所有培養沒有出現細胞變形的情形，顯示並無細胞毒性。

表 4. 銀耳多醣萃取液與陰性或陽性培養液對 L929 細胞層密度之比較

Table 4. Comparison of *Tremella* polysaccharide extract and negative or positive control culture media on the cell density of mouse fibroblasts (L929) for 24 hours.

Treatment[z]	Cell density (1 ×10^5/mL)			
	I	II	III	Average
Negative control	4.9 ± 0.2[y]	4.0 ± 0.3	4.4 ± 0.3	4.4 ± 0.5
Positive control	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1*	1.3 ± 0.1*	1.3 ± 0.1*
Tremella extract	3.4 ± 0.3* a	4.2 ± 0.3 a	4.0 ± 0.6 a	3.9 ± 0.5* a

[z] Negative control culture mediun: DMEM (Dulbecco's modified Eagle medium) plus 10% fetal bovine serum (FBS) ; positive control culture medium: Dimethylsulfoxide (DMSO) at final concentration of 5% in DMEM plus 10% FBS; Tremella extract: *Tremella* polysaccharide powder 2 g was extracted in 20 mL DMEM at 37℃ for 24 hr.

[y] Mean ± SD, n= four wells per group in a 24-well plate.

[x] * Significant difference between the negative control and *Tremella*-treated group at $p<0.05$; a significant difference between the positve control and *Tremella*-treated group at $p<0.05$.

銀耳多醣之皮膚刺激分析

紗布以銀耳多醣萃取液（處理組）潤濕或生理食鹽水（對照組）潤濕，貼敷於紐西蘭大白兔背脊兩側，以半密封性繃帶包紮，觀察試驗區域有無紅斑及水腫情形。貼敷生理食鹽水紗布爲無紅斑及水腫反應的無刺激性對照組，試驗顯示，將潤濕銀耳多醣萃取液的紗布，貼敷於試驗動物背脊兩側，皮膚無紅斑及水腫情形，基本刺激積分爲 0，處理組與對照組之基本刺激積分平均值刺激指數 (PII) ，刺激指數 (PII) 等於零，整體皮膚刺激反應分級爲無刺激性（數據未附）。

皮膚保濕試驗

將濃度 0.5%銀耳多醣萃取液 (0.1 mL)，塗於受試人皮膚上爲實驗組，以塗抹蒸餾水爲對照組，每 30 分鐘測定皮膚角質水含量，以表皮之高頻電傳導 a.u.值計算，值愈高水分含量愈高，試驗時間供 180 分鐘。試驗結果，塗抹去離子水於正常皮膚，皮膚角質層的水合量爲 8.0-9.0 a.u.，而皮膚塗抹多醣萃取液後，角質層水合量爲 11.3-12.8 a.u.，顯示多醣萃取液，可增加正常皮膚的角質層水合量爲 3-4 a.u.，與對照組比較顯著上升 ($p<0.05$)。於乾性皮膚塗抹去離子水，角質層的水合量爲 7.2-7.8 a.u.，將多醣萃取液塗抹於乾性皮膚，角質層水合量爲 9.5-10.5 a.u.，顯示多醣萃取液，可增加乾性皮膚角質層水合量爲 2-3 a.u.，與對照組比較顯著上升 ($p<0.05$)，如表 5 所示；與對照組（去離子水）比較換算成角質層含水率，如表 5 所示，但正常與乾性皮膚之含水率並無顯著差異 ($p>0.05$)。顯示塗抹銀耳多醣萃取液，能提高正常皮膚角質層 35-56%的含水率，亦可提高乾燥皮膚角質層 25-44%含水率，故銀耳多醣萃取具有提高正常皮膚含水率的作用，有降低皮膚水分散失量的傾向。

討 論

多醣應用於皮膚保濕研究顯示，在化妝品中添加蘆薈多醣，使用二週，可顯著增加角質層含水量 (Dal'Belo *et al*. 2006)，發酵納豆所含之納豆多醣具有良好的吸濕性，有減少乾性皮膚水分散失、增加皮膚角質層水合量與提高對皮膚吸濕性的現象 (Lu 2003)，由細菌萃取而來的多醣 γ -PGA，可

表 5. 銀耳多醣萃取液塗於人體正常或乾性皮對角質層水合量之影響

Table 5. Effect of *Tremella* polysaccharide extract on hydration and water content of horny layer of human skin

Skin Type	Treatment	Treated time (min.)/water content (%)					
		30	60	90	120	150	180
Normal	Distilled water	09.0 ±0.0[z]	09.0 ± 0.3	08.7 ± 0.2	08.5± 0.2	08.0 ± 0.3	08.0 ± 0.3
	5% Tremella	12.2 ±0.9*[x]	12.5 ± 0.8*	12.0 ± 0.7*	12.8± 0.8*	11.3 ± 1.1*	12.5 ± 0.6*
	polysaccharide	35.6 ±9.1[y]	38.9 ± 6.6	37.9 ±11.0	50.6± 9.1	41.3 ± 9.6	56.3 ±11.3
Dry	Distilled water	07.8 ±0.2	07.3 ± 0.2	07.3 ± 0.2	07.3± 0.3	07.2 ± 0.2	07.3 ± 0.2
	5% Tremella	09.8 ±0.7*	10.5 ± 0.8*	09.5 ± 0.6*	09.9± 0.5*	09.5 ± 1.1*	09.5 ± 0.8*
	polysaccharide	25.6 ±9.8	43.8 ±13.6	30.1 ±10.2	35.6± 10.3	31.9 ±17.6	30.1 ±14.2

[z] Hydration unit: a.u.; Mean ± S.E (n=6).

[y] Water content (%) =[(test group a.u.-contrast group a.u) / contrast group a.u.] × 100

[x] * significant difference between the distilled water and *Tremella*-treated group at $p<0.05$.

做爲保濕劑、生物抗沾粘之用 (Shih 2001)。美國及日本等國有多項以銀耳多醣活性成分 glucuronoxylomannan 爲訴求之專利，包括飲食補充劑 (Wasser *et al*. 2002)、血管內皮細胞促進劑 (Xiu 1997)、抗過敏藥劑 (Sato *et al*. 1989) 及皮膚創傷敷料 (Xiu 1996)，顯示銀耳多醣的高安全性。銀耳多醣應用於皮膚保濕的相關研究報告不多，1986 年的日本專利中提出，銀耳多醣可以將水分保留在皮膚上，增加皮膚光澤度及改善皮膚皺紋 (Konishi. *et al.* 1986)。

本研究顯示，銀耳熱萃取物對兔之皮膚無刺激性，長時間添加於培養基，不會影響小鼠胎體層纖維細胞正常生長，並能輕微促進 STO 小鼠胎體層纖維細胞膠原蛋白生合成；且培養基中添加多醣細胞數量比未添加者高，顯示銀耳多醣可能具有促進細胞生長功能，雖然此效果與是添加濃度無線性關性，但也顯示高濃度使用對細胞無毒性反應。由各項試驗評估，銀耳熱萃取物-銀耳多醣爲安全性產品，可添加於化妝品中，作爲保濕材料劑之應用。

引用文獻 (Literature cited)

Baets, S. De and E. J. Vandamme. 2001. Extracellular *Tremella* polysaccharides: structure, properties and applications. Biotech. Letters 23:1361-1366.

Dal'Belo, S. E., L. R. Gaspar, and P. M. B. G. M. Campos. 2006. Moisturizing effect of cosmetic formulations containing Aloe vera extract in different concentrations assessed by skin bioengineering technique. Skin Res Technol. 12:241-246.

Cheung, Peter. C. K. 1996. The hypocholesterolemic effect of two edible mushrooms:*Auricularia auricular* (tree-ear) and *Tremella fuciformis* (white jelly-leaf) in hyercholesterolemic rats. Nutr Res. 16:1721-7125.

Gao, Q., M. K. Killie, H. Chen, R. Jiang, and R. Seljelid. 1997. Characterization and cytokine stimulating activities of heteroglycans from *Tremella fuciformis*. Planta Med. 63:457-460.

Gao, Q., R. Selielid, H. Chen, and R. Jiang. 1996. Characterisation of acidic heteroglycans from *Tremella fuciformis* Berk with cytokine stimulating activity. Carbohydrate Res. 288:135-142.

KonisHi, H., A. Niwa, T. Katada, K. Hasegawa, and K. Osumik. 1986. Cosmetic JP61260006, 6pp, Japan Patent Office, JP, Tokyo.

Kiho, T., Y. Tsujimura, M. Sakushima, S. Usui, and S. Ukai. 1994. Polysaccharides in fungi. XXXIII. Hypoglycemic activity of an acidic polysaccharide (AC) from *Tremella fuciformis*. Yakugaku Zasshi, 114:308-315.

Kakuta, M., Y. Sone, T. Umeda, and A. Misaki. 1979. Comparative structural on acidic heteropolysaccharides isolated from "Shirokikurage" fruit body of *Tremella fuciformis* Berk, and the growing culture of its yeast-like cells. Agric. Biol. Chem. 43:1659-1668.

Lu, I .C. 2003 Studies of Liquid Natto on Cosmetics. Providence University, Department of Applied Chemistry, Master thesis 117 pp. (in Chinese with English abstract)

Ma, L., and Z. B. Lin. 1992. Effect of Tremella polysaccharide on IL-2 production by mouse splenocytes. Yao Hsueh Hsueh Pao（藥學彙報）27:1-4.

Shih, I. L. and Y. T. Van. 2001. The production of poly- (γ-glutamic acid) from microorganisms and its various applications. Bioresource Technology 79:207-225.

Sato Toshio *et al*. 1989. Production of extract of cultured mycelia of edible basidiomycete. JP1228480.

Yui, T., K. Ogawa, M. Kakuta, and A. Misaki. 1995. Chain conformation of a glucurono-xylo-mannan isolated from fruit body of *Tremella fuciformis* Berk. J. Carbohydr. Chem. 14:255-263.

Ukai, S., T. Kiho., C. Hara, I. Kuruma, and Y. Tanaka. 1983. Polysaccharides in fungi. XIV. Anti-inflammatory effect of the polysaccharides from the fruit bodies of several fungi. J. Pharma. 6 (12):983-990.

Ukai, S., H. Kiriki, K. Nagai, and T. Kiho. 1992. Synthesis and antitumor activities of conjugates of mitomycin C-polysaccharide from *Tremella fuciformis*. Yakugaku Zasshi. 112:663-668.

Xia, D., and Z. B. Lin. 1989. Effects of Tremella polysaccharides on immune function in mice. Chung Kuo Yao Li Hsueh Pao （中國藥理學報）10:453-457.

Wasser, P. Solomon, Reshetnikov, V. Sergey. 2002. Process for Producing, Methods and Compositions of Glucuronoxylomannan as Nutriceutical Agent from Higher Basidiomycetes Mushroom. USP 6383799, 18pp, United Stated Patent and Trademark Office, USA, Virginia.

Xiu, R. J. 1997. Stimulator of Vascular Endothelial Cells and Use thereof. USP 5616325, 13pp, United Stated Patent and Trademark Office, USA, Virginia.

Xiu, R. J. 1996. Accelerated Wound Healing USP 5547672, 6pp, United Stated Patent and Trademark Office, USA, Virginia.

In Vitro and *in Vivo* Evaluations of *Tremella* Polysaccharides for Skin Care[1]

Shu-Hui Yang[2,5], Jenn- Rong Yang[3] and Yi-Shyan Chen[4]

Abstract

Yang, S. h., J. R. Yang, and Y. S. Chen. 2007. *In vitro* and *in vivo* evaluations of *Tremella* polysaccharides for skin care. J. Taiwan Agric. Res. 56:143-151.

The fruiting body of *Tremella fuciformis* Berk is a famous traditional food in Taiwan and China. The polysaccharides extracted from *T. fuciformis* have been reported to display several pharmacological activities. In this study, the moisturizing effect of *Tremella* polysaccharides were studied and its safety for use as a novel application of skin care was evaluated. Result showed that the molecular weight of *Tremella* polysaccharides is in between 2,000,000 and 5,000,000 dalton. The STO mouse embryonic fibroblast cells grew normally and its collagen synthesis increased when the culture medium was amended with 5-250 μg/mL *Tremella* polysaccharides. *Tremella* polysaccharides didn't cause malformation of tested L929 cells of mouse fibroblasts. The primary irritation index was zero and the overall response felled into the category 'negligible' for skin irritation test. When applying to skin for 180 minutes, the *Tremella* polysaccharides increased the ratio of the water content in the stratum corneum about 35-56% for normal skin and 25-44% for dry skin, respectively. This indicates that *Tremella* polysaccharides are safe for the development of a moisturizing product for skin care.

Key words: *Tremella fuciformis*, Polysaccharides, Cells toxicity, Moisturizing product.

1. Contribution No. 2289 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: May 30, 2007.
2. Assistant Researcher of Department of Management and Utilization, Fengshan Tropical Horticultural Experimental Station, ARI, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
3. Assistant Researcher of Physiology Division, Livestock Research Institute, Tainan, Taiwan, ROC.
4. Assistant Professor of Department of Cosmetic Science, Providence University, Taichung, Taiwan, ROC.
5. Corresponding author, e-mail:debbbie@fthes-tari.gov.tw; Fax:(07)7315590.

台 灣 農 業 研 究 稿 約

一、本刊爲行政院農業委員會農業試驗所發行之學術性季刊，刊登農業試驗研究相關之研究稿件：

論　　說：由本所邀請專家撰寫。

研究報告：關於農業科學未曾發表之研究報告，按題目、作者、摘要、前言、材料與方法、結果、討論、結論〈可略去〉、誌謝（可略去）、引用文獻等依序撰寫，圖與表附於其後，全文以不超過 10 印刷頁爲原則。

研究簡報：關於農業科學未曾發表之簡短原始研究報告，不需分章節撰寫，但需附中英文摘要，全文以不超過 4 印刷頁爲原則。

二、稿件應以中文或英文撰寫。來稿請送原稿及電子檔案各一份〈內各附照片原圖，繪製圖版可附原圖與影印圖片二份〉。文稿以 A4 大小之白色紙張（長 29.6 公分，寬 21 公分）兩倍行高 (double space) 打字，12 號字體，左邊對齊，版面應上下預留 3 公分，左右 2 公分之空間，並自第二頁起在右下角以阿拉伯數字註明頁數。撰寫時，中文以細明體、英文以 Times New Roman 字體打字；英文字距一格，句距二格。審查接受之稿件，隨文請附紙本文稿一份與電子檔案，以利電腦排版等作業。

三、稿件格式：

題　　目：宜簡短，能充分反應文旨，並附簡題 (Running title) 。英文題目除介系詞、連接詞等字外，每字第一字母應大寫。題目附小註，說明研究報告編號。

作　　者：作者姓名置中，中文名字間空一格；英文姓名則名在前姓氏在後，作者二人或二人以上時，以 “，” 相隔，最後一人前加 “and” 字樣，其表示方法如 Chen-Seng Huang, Chen-Chang Chen and Chyr-Guan Chen。每一作者需附小註，以說明所屬機關單位，通訊作者須附電子郵件信箱與傳真機號碼。題目與作者同置第一頁。

摘　　要：不分段落、宜簡潔明確。摘要之前應加作者、年代、題目、期刊、卷期及頁數，摘要之後應附關鍵詞 (Key words)，關鍵詞不超過五個，每個英文關鍵詞第一字母應大寫。摘要以不超過五百字爲原則。以中〈英〉文發表者須附英〈中〉文摘要，置於本文之後，且內容須與中〈英〉文摘要相符，並附稿件編號、作者、通訊作者之小註。

本　　文：依序爲前言 (INTRODUCTION)、材料與方法 (MATERIALS AND METHODS)、結果 (RESULTS)、討論(DISCUSSION)、結論(CONCLUSION)、誌謝(ACKNOWLEDGEMENTS)、引用文獻 (LITERATURE CITED)。除學名、專有名詞、化學式、數學公式、數字、度量衡單位及縮寫外，文句中不得中外文並用，須使用英（外）文以助明瞭時，須將英（外）文括號置於中文之後。材料與方法、結果兩部份如有必要須分章節，每一章節內並可再分小章節，以助明瞭文稿內容。章節題目 (heading) 單行置於該章節之前，小章節題目 (subheading) 直接置於小章節之首。

表　　格：

1、每一表格應分別繕製，須以 word 中 “表格” 工具製作，上方須有標題，並按文中出現順序加上表 1 (Table 1.)，表 2 (Table 2.) 等冠號。

2、中文稿之表格標題應中英文並列，冠號與表幅齊頭，表內項目及內容以英文書寫。英文標題及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，餘均小寫。

3、表格應加分析、簡化與歸納後始可列表。每一表格應在文中標示清楚，以便對照。

4、表中內容如需說明，均須附加小註，以 z, y, x,…等縮小小寫字母置於右上角，並於表下依次敘述。表格僅列橫線。

5、性質類同之圖與表，務請精簡與合併。

圖　片：

1、圖版以黑色墨水分別繪圖紙或描繪紙（白色透明紙）上。如以電腦繪圖，請以鐳射印表機或同規格之印表機列印，力求清晰。

2、圖中加註者，應於圖中說明，或以括號註明於標題之後。

3、照片以光面紙爲原則，清晰度以縮小 50%可判讀爲宜。多幅照片儘量製成併版；如有特別指明，應加圈或箭頭表明。顯微照相，應加比例尺大小；照片大小以不超過版面 (25 cm × 18 cm) 爲宜。

4、圖版及照片下方應有標題（或另頁繕寫），並按文中出現的順序加上圖 1 (Fig.1)、圖 2 (Fig.2) 等冠號，

5、在文中須標示清楚，以便對照。中文稿應中英文併寫，力求明確。

6、除併圖外，每一圖片應單頁製作。

7、照片、圖片背面應註上冠號及作者姓名，以免排印錯誤。

誌　謝：不分段落，包括人物、經費來源等。誌謝可略去。

引用文獻：

1、引用文獻 (Literature cited) 一列舉確實曾引用之文獻。文獻以登載於學術性期刊、書籍、研討會之 文章及學位論文爲限。文中涉及引用文獻時，根據該文獻的作者與年代加以括號：如 (Sung 1991)、(Lo 1991，1992)、(Chen & Ho 1983)、(Sung 1991; Hsu *et al.* 1992) ，置於引用文處。

2、文獻須以英文撰寫，以姓名字母爲序。作者相同時以年代先後爲序。

3、文獻之書寫方法以期刊爲例，依序爲作者、年代、題目、期刊、卷期、頁數。

4、期刊名須用縮寫，縮寫方式參照美國出版之 “Serial Sources for the BIOSIS Previews Database” 規定。

5、文獻書寫範例如下：

(1) 原中文報告引用文獻出自學術性期刊

Hsu, S. H., T. Y. Chung, T. C. Kuo, and S. F. Wang. 1992. Studies on the micro-climate of greenhouse. I. Light environment of greenhouse. J. Agric. China 157:34-43. (in Chinese with English abstract).

(2) 原中文報告引用文獻出自著作性書籍

Sung, J. M. 1991. Nitrogen Metabolism of Rice. Chinese Agronomy Press, Taipei. 100 pp. (in Chinese).

(3) 原中文報告引用文獻出自編輯性書籍

Yang, C. M. and C. Y. Lin. 2003. Studies on rice precision farming system. p.1-12. *in*: Rice Precision Farming System. (Yang, C. M. and C. Y. Lin, eds.) Agric. Res. Inst. Pub. Taichung. (in Chinese with English abstract).

(4) 原中文報告引用文獻出自研討會專刊

Chang C. A. 2001. Application and extension of virus-free seedling for the control of virus diseases of passionfruit in Taiwan. p.31-38. *in* the Proceeding of Symposium on Application of Healthy Plant for Control of Plant Diseases. Taiwan Phytopathol. Soc. Pub. Taichung. (in Chinese with English abstract).

四、單位、縮寫格式、括號及統計分析

1. 所有度量衡均採公制，數量如用中〈英〉文數字，單位以中〈英〉文全名表示；數量如用阿拉伯數字，單位以 SI units 爲準，如一公尺 (one meter, 1 m) 、二公克(two grams, 2 g) 、三公升 (three liters, 3 L) 、四毫升 (four milliliters, 4 mL) 。各常用之縮寫單位參照說明如下：

(1)長度：公里 (km)、公尺 (m)、公分〈=厘米〉(cm)、公釐〈=毫米〉(mm)、微米 (μm)。

(2)重量 (W)：公斤 (kg)、公克 (g)、μg。

(3)容積 (V)：公升 (L)、公撮〈=毫升〉(mL)、μl。

2. 溫度：攝氏 (℃)、絕對溫度 (K，但須加以說明) 。
3. 時間：年 (yr)、月 (mo)、週 (wk)、日〈天〉(day, days)、時 (hr)、分 (min)、秒 (sec)。
4. 濃度：莫耳 (M)、千分之一莫耳 (mM)、當量 (N)、千分之一當量 (mN) 。
5. 重力加速度：*g*。
6. 其他之縮寫：平均 (*av*)、大約 (*ca*)、直徑 (diam.)。
7. 括號：括號內文為西文者，使用半形括號 ( )，括號前後各空一格；括號內文為中文或日文者，使用全形括號（ ），前後不空格。
8. 統計分析：達顯著性水準以*、**或處理間顯著差異區分，以 a、b、c、...表示者均應加註顯著機率值 *P*〈例如 $P<0.01$〉；各統計量請採慣用符號，例如相關係數 (*r*) 、決定係數 (R)、變異係數 (cv)、標準機差 (se) 等。

五、生物學名以斜體字表示，屬名第一字母大寫。學名於摘要、本文、每一圖表中第一次出現時，須寫全名，如 *Citrus sinensis*；第二次出現時，屬名保留第一字母後加句點 “.”，種名全寫，如 *C. sinensis*。生物學名於本文中首次出現時應加註命名者。

六、稿件內容務須依照上列規定格式書寫，本期刊編輯委員保有修改與退稿之權利。文稿經本期刊接受後，作者得送含文稿內容之磁片或電子檔案 (IBM 相容電腦之文書管理檔，如 Word 檔或其他) ，並由作者負責前二校。除筆誤與錯字外，作者在校稿時，不得擅自更改內容與數據。

七、投稿本期刊之稿件，不得投稿其他刊物。稿件經本期刊接受後，刊登權屬農試所所有，非經本所書面同意，不得轉載或移轉他處發表。

八、來稿經編審委員會審查合格後刊登，由本刊印贈抽印本 50 本；彩色頁印刷及抽印本加印費用由投稿人自行負擔。

九、其他未盡事宜本期刊得隨時修正或補充。

台 灣 農 業 研 究

（原中華農業研究）

第五十六卷　第二期

中華民國九十六年六月出版

發 行 人：林 俊 義
總 編 輯：安 寶 貞
主　　編：方 尚 仁　黃 淑 華　蕭 淑 芬　楊 舜 臣
編審委員：
生技組：吳 明 哲（主審）
作物組：歐 錫 坤（主審）
呂 秀 英　陳 一 心　楊 純 明　劉 新 裕
施 昭 彰　徐 信 次　劉 政 道　黃 肇 家
農化組：廖 慶 樑（主審）
郭 鴻 裕　簡 宣 裕
植病組：張 清 安（主審）
安 寶 貞　蔡 武 雄　鄧 汀 欽　謝 廷 芳
應動組：王 清 玲（主審）
陳 炳 輝　陳 健 忠　鄭　 允　溫 宏 治
農工組：蔡 致 榮（主審）
黃 禮 棟　梁 連 勝
種原組：黃 勝 忠（主審）
農經組：潘 德 芳（主審）

另聘請各大學院校及研究機關相關學者專家擔任審查委員

Vol. 56, No. 2 June 2007

JOURNAL
OF
TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH
(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

PUBLISHER: Lin, Chien-Yih

EDITOR IN CHIEF: Ann, Pao-Jen

EDITORS:

Fang, Shan-Jen Huang, Shu-Hua Shiau, Shu-Fen Yang, Shen-Chen

EDITORIAL BOARD:

Chang, Chin-An (Plant Pathology)
Huang, Sheng-Chung (Crop Genetic Resources)
Liaw, Ching-Liang (Agriculture Chemistry)
Ou, Shyi-Kuan (Crop Science)
Pan, Te-Fang (Agriculture Economics)
Tsay, Jyh-Rong (Agriculture Engineering)
Wang, Chin-Ling (Applied Zoology)
Wu, Min-Tze (Broechnology)

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Chen, Bing-Huei
Chen, Chien-Chung
Chen, Yi-Shin
Cheng, Edward Yun
Chien, Shiuah-Yuh
Deng, Ting-Chin
Guo, Horng-Yuh
Hsieh, Ting-Feng
Hsu, Hsin-Tszu
Huang, Chao-Chia
Huarng, Li-Duhng
Liang, Lien-Sheng
Liou, Tsung-Dao
Liu, Sin-Yie
Lu, Hsiu-Ying
Shih, Jau-Chang
Tsai, Wu-Hsiung
Wen, Hung-Chich
Yang, Chwen-Ming

※Reviewers of the related fields are also invited from universities and other research organizations

台灣農業研究第五十六卷第二期

出 版 者：行政院農業委員會農業試驗所

發 行 人：林俊義

總 編 輯：安寶貞

地　　址：台中縣霧峰鄉萬豐村中正路一八九號

網　　址：htpp://www.tari.gov.tw

電　　話：(04)2330-2301～5

印 製 者：采京藝術印刷有限公司

地　　址：台中市西屯區河南路二段二六二號十三樓之九

電　　話：(04)2452-7929

出版日期：九十六年六月三十日

展 售 處：國定書坊台視總店　105台北市八德路三段10號

電話：(02)2578-1515

網址：http://www.govbooks.com.tw

五南文化廣場　400台中市中山路6號

電話：(04)2226-0330

June, 2007

Journal of Taiwan Agricultural Research

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

Vol. 56, No.2

Research Reports

Preliminary Study on Heavy Metal Characteristics in Serpentinite-developed Soil Regions in Eastern Taiwan
Tsang-Sen Liu, Horng-Yuh Guo, Jiang-Liung Chu and Shen Lian 65

Tainung rice NO.75: A New Japonica Type Rice Variety
Ming-Hsin Lai, Charng-Pei Li, Ching-Shan Tseng, Hsin-Mu Yen ,Woei-shyuan Jwo , Tung-Hai Tseng and Chyr-Guan Chern....................79

Evalution of Different Method for Inoculation *Pratylenchus coffeae* on Yam
Hui-Fang Ni, Shu-Li Hsu and Hong-Ren Yang....................99

Analysis of Genetic Similarity in Selected Peach Cultivars and Their Hybrids by Microsatellite DNA Markers
Jau-Yeuh Wang, Chia-Wei Song, Min-Huai Liou and Shyi-Kuan Ou 107

Screening for Scent and Grain Quality in Rice Mutants
Yong-Pei Wu, Pei-Yi Ko, Tung-Hai Tseng and Chang-Sheng Wang....................121

An Analysis on the Production Efficiency of Pineapple Farms in Taiwan
Shi-Hua Yang and Te-Fang Pan....................134

In vitro and *in vivo* Evaluation of Tremella *polysaccharides* for Skin Care
Shu-Hui Yang, Jenn-Rong Yang and Yi-Shyan Chen....................143

ISSN 0022-4847

9 770022 484003

Published by The Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture Taichung, Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第二九八號　中華郵政中臺字第〇三〇九登記為雜誌交寄

GPN 2009500560

定價：新台幣一七五元